
Stanford University Libraries
3 6105 010 945 956



JAHRBÜCHER

für

wissenschaftliche Botanik.

Herausgegeben

von

Dr. N. Pringsheim.

Sechster Band.

Mit 39 zum Theil colorirten Tafeln.

Leipzig, 1867—1868.

Verlag von Wilh. Engelmann.

Inhalt

des vorliegenden Heftes 4. Bd. VI.

Inhalt

Alphabetisch nach den Namen der Verfasser geordnetes Inhaltsverzeichniss.

Seite

Verzeichniss der Tafeln.

Taf. I — III. Wirkung des Lichtes auf Spirogyra orthospira Näg.

Taf. IV — IX. Gefässbündelverlauf in den Laubblattregionen der Coniferen.
(Die zu den Figuren gehörigen Pflanzen finden sich schon auf den Tafeln genannt.)

Taf. X — XI. Zellfolge im Vegetationskegel von Equisetum.

X. 1 — 6. Equisetum scirpoides Mchx.; 7 — 8. Equisetum arvense.

XI. 1. Equisetum arvense L.; 2 — 3. Equisetum hiemale L.; 4 — 6. Equisetum variegatum Schl.

Taf. XII — XIV. Zur Entwicklungsgeschichte der Kapsel von Ephemerum; siehe Seite 247 u. 248.

Taf. XV — XVI. Neue Saprolegnieen.

XV. Achlya racemosa.

XVI. 1 — 6a. Achlya lignicola; 7 — 11. Achlya polyandra; 12 — 23. Leptomitus brachynema.

Taf. XVII. Neue Syzygites-Formen.

1 — 7. Syzygites ampelinus; 8 — 20. Syzygites echinocarpus.

Taf. XVIII — XX. Bau der Schutzscheide der deutschen Equiseten; siehe Seite 361 u. 362.

Taf. XXI — XXVIII. Zur vergleichenden Anatomie der Laubmoose.

XXI. 2. Systegium crispum; 3. Gymnostomum rupestre; 4. Gymnostomum curvirostre; 5. Cynodontium virens; 6. Dicranum montanum; 7. Dicranum albicans; 8. Dicranum undulatum; 10. Campylopus Schimperi; 11. C. Schwarzii; 14. C. purpurascens.

XXII. 21. Pottia Heimii; 22. Anacalypta latifolia; 23. Didymodon rufus; 24. Weisia zonata; 34. Barbula recurvata; 35. Barbula mucronifolia.

XXIII. 26. Trichostomum tophaceum; 30. Desmatodon cernuus; 31. Barbula aloides; 32. Barbula inclinata; 38. Grimmia apocarpa; 39. G. Sinaica; 40. G. gigantea; 43. Braunia sciuroides; 48. Orthotrichum Sturmii.

Inhalt

des vorliegenden Doppelheftes 1 u. 2 Bd. VI.

Die Wirkung des Lichtes auf Algen und einige andere ihnen nahe verwandte Organismen.

Von

Dr. A. Famintzin,

Docent an der Universität zu St. Petersburg.

(Mit Taf. I—III.)

Die Wirkung des Lichtes auf die Algen ist bis jetzt wenig berücksichtigt worden. Das Verhalten der Pflanzen zum Licht wurde fast ausschliesslich an Phanerogamen studirt, die Algen dagegen nur in systematischer und morphologischer Hinsicht untersucht. Die algologischen Arbeiten lassen sich im Allgemeinen dadurch charakterisiren, dass sie sich bloss auf die Methode der Beobachtung beschränken, indem in ihnen die des Versuchs bis jetzt vollkommen ausgeschlossen blieb. Als einzige Ausnahme ist mir nur die Arbeit von Thuret[1]: über die Befruchtung der Fucaceen, bekannt. Was aber die vegetativen Processe betrifft, so ist die vorliegende Arbeit als der erste in dieser Richtung gemachte Versuch zu betrachten.

Ich habe die Algen zum Gegenstande derartiger Versuche gewählt, weil sie in mehreren Hinsichten, besonders aber für das Studium der vegetativen Processe in Pflanzenzellen ein äusserst günstiges Object darbieten. Die Vortheile, welche die Algen den Phanerogamen gegenüber gewähren, sind folgende:

1) Ihres geringen Volumens wegen kann man gleichzeitig den ganzen Organismus oder ein von ihm abgeschnittenes lebendiges

---

1) Thuret, Recherches sur la fécondation des Fucacées. Ann. d. Sc. Nat. Ser. 4 T. 2 (Extrait).

Stück bei starker Vergrösserung beobachten und gleichzeitig seine Form als auch die in seinem Innern stattfindenden Vorgänge studiren.

2) Ist es an ihnen möglich, an denselben Zellen mikroskopische Beobachtungen Monate lang anzustellen, was an den Phanerogamen gar nicht auszuführen ist, da man nicht die ganze Pflanze, sondern nur dünne herausgeschnittene Lamellen unter das Mikroskop bringen kann.

3) Die Wirkung des Lichtes auf die Zellen hat sich, wie ich es schon vorher vermuthete, als sehr intensiv, aber auch einfacher als bei den Phanerogamen gezeigt, da die Zellen der Algen chlorophyllreich und dabei unter einander ganz gleich gebaut sind.

4) In dem beobachteten Organismus oder in einem isolirten Stücke desselben liess sich die Assimilation der Stoffe als auch deren weiteres Schicksal, namentlich die auf ihre Kosten aufgebauten neuen Theile des Organismus sehr genau verfolgen, da sie in den sie assimilirenden Zellen auch verbraucht wurden. Bei den Phanerogamen dagegen, in welchen Assimilationsprocesse nur in chlorophyllhaltigen Zellen stattfinden, von wo aus die assimilirten Stoffe nach verschiedenen Richtungen in die anderen Theile des Organismus herüberströmen, kann man sich nicht mit der Beobachtung der assimilirenden Zellen begnügen. In den Phanerogamen sind also noch andere Lebensfunctionen mit dem Assimilationsprocesse auf eine innige Weise verbunden, die sein Studium ganz ausserordentlich erschweren. Sogar die Quantität des in den assimilirenden Zellen sich erweisenden plastischen Stoffes kann bei den Phanerogamen nicht als Maass des Assimilationsprocesses betrachtet werden, da es nur als Differenz zwischen der Quantität des assimilirten und des in die anderen Zellen übergehenden Materials angesehen werden muss. Im Falle des Gleichgewichts der beiden Processe kann gar kein Aufspeichern der plastischen Stoffe zu Stande kommen, so lebhaft die Assimilation auch vorgehen mag.

Die wenigen, über die Wirkung des Lichtes auf die Algen vorhandenen Beobachtungen sind in verschiedenen algologischen Arbeiten zerstreut. Das Leben der Algen ist durch das Licht in einem so hohen Grade beeinflusst, dass diese geringen Erfahrungen schon genügen, um die Abhängigkeit der Algen vom Licht auf eine unzweifelhafte Art zu beweisen und sichere Ausgangspunkte zu weitern Untersuchungen zu liefern. Es stellt sich aus ihnen ganz klar heraus, dass alle wichtigsten Lebensfunctionen, welche man nur im Verhältniss zum Licht studirt hätte, von demselben beeinflusst werden, und

zwar in ganz verschiedener Weise: die einen werden durch das Licht hervorgerufen und können nur bei seiner Gegenwart zu Stande kommen, die anderen — durch das Licht in gewisser Art modificirt, die dritten endlich — durch das Licht gehemmt. Zu den ersten gehören die Assimilation der Kohlensäure und die Ausscheidung des Sauerstoffs; zu den zweiten — die Bewegung der Zoosporen und Antherozoiden; zu den dritten — die Auflösung der festen Bestandtheile des Zelleninhaltes, welche der Zoosporenbildung vorangeht und die Theilung der Zellen.

Das Verhalten dieser Lebensfunctionen zum Licht ist bei weitem nicht in gleichem Maasse berücksichtigt worden. Die meisten Beobachtungen betreffen die Bewegung der Zoosporen und Antherozoiden, als auch die Zeit ihres Ausschwärmens. Sorgfältige Untersuchungen über das verschiedene Verhalten der Algen im Licht und im Dunkeln fehlen gänzlich. Folgende Beobachtungen von Cohn und Wichura[1]) über Stephanosphaera eines Organismus aus der Familie der Volvocineen, als auch die von Unger[2]) über keimende Vaucheria umfassen alles, was ich darüber auffinden konnte. Unger berichtet, dass eine normale Keimung der Vaucheria nur am Lichte vorgeht; im Dunkeln aber soll sie gar keine oder nur geringe Spuren der Keimung zeigen. Die Wirkung des Lichtes auf Stephanosphaera wird nach Cohn und Wichura sehr deutlich, wenn man die in verdunkelten Gefässen lebenden Organismen mit denen der beleuchteten vergleicht. Schon nach Verlauf von acht Tagen hat sich ein so bedeutender Unterschied sowohl in der Form als auch in der Grösse der Individuen gezeigt, dass man geneigt sein könnte, die in den verschiedenen Gefässen enthaltenen Individuen für zwei besondere Species zu halten. Die am Lichte cultivirten Exemplare der Stephanosphaera waren um Vieles grösser; besonders waren die, in der durchsichtigen Hülle enthaltenen, grünen Zellen gewachsen; sie hatten sich bis zur gegenseitigen Berührung ausgedehnt, indem sie eine spindelförmige Gestalt annahmen. Im Dunkeln blieben sie dagegen klein, kugelförmig, von einander abstehend und füllten bei weitem nicht den ganzen Raum der Hülle aus.

Der Mangel an sorgfältigen Untersuchungen in dieser Richtung und der relative Reichthum der über die Bewegung der Zoosporen und Antherozoiden gemachten Beobachtungen haben darin ihren Grund,

1) Cohn und Wichura, Acta Acad. C. L. C. Naturae curiosorum. Vol. XXIV. Nachschrift p. 7.

2) Unger, Die Pflanze im Moment der Thierwerdung. Wien 1843, p. 66.

dass für die Erhaltung der Resultate, welche den ersten Punkt betreffen, speciell zu diesem Zwecke angestellte Versuche nöthig sind; dagegen die Wirkung des Lichts auf die Bewegung der Algen jedem aufmerksamen Beobachter bei den meisten morphologischen Untersuchungen sich von selbst aufzwingt. — Dessen ohngeachtet lässt sich jetzt noch kaum etwas Sicheres über die Wirkung des Lichtes auf die Bewegung der niederen Organismen aussprechen. Letztere ist, wie ich es beweisen werde, nicht so einfach, wie man es sich vorzustellen gewöhnt ist.

Dass das Licht die Bewegung der Zoosporen beeinflusst, ist so leicht zu sehen, dass schon einer der ersten Beobachter der Zoosporen, Treviranus, diese Erscheinung an den von ihm entdeckten Zoosporen der Conferva mutabilis Roth. (Drapanaldia plumosa Ag.) beschrieben hatte. Er sah[1]) die Zoosporen in einem mit Wasser gefüllten Gefässe an dem, dem Fenster zugekehrten Rande einen grünen Streifen bilden. Als er aber das Gefäss so umkehrte, dass der grüne Streifen an der vom Fenster abgekehrten Seite zu liegen kam, so löste sich der Streifen sogleich auf und die Zoosporen sammelten sich nach wenigen Minuten wieder an dem, dem Fenster nächsten Rande des Gefässes. Die Bewegung der Zoosporen unter dem Lichteinflusse ist hier ganz richtig beschrieben. Dagegen aber ist die dieser Erscheinung von Treviranus gegebene Erklärung von keinem späteren Beobachter, den Agardh[2]) ausgenommen, gebilligt worden. Treviranus hatte alle seine Beobachtungen in Tellern angestellt; bei seitlicher Beleuchtung, welche immer im Zimmer stattfindet, wurde von dem, dem Fenster nächsten Rande des Tellers ein Schatten auf das Wasser geworfen. In diesem beschatteten Theile sah er auch immer die Zoosporen einen grünen Saum bilden. Da der ganze übrige Theil des Tellers stark beleuchtet war, so erklärte auch Treviranus die Bildung dieses grünen Streifens durch das Streben der Zoosporen nach dem Schatten.

Ausführlichere Beobachtungen theilt Thuret[3]) mit. Im Gegensatz zu Treviranus erklärt Thuret die Bewegung der Zoosporen im Licht durch das Streben der Zoosporen zum Licht. Leider macht er von Treviranus keine Erwähnung und führt diesen Satz als allgemeines Resultat aller seiner Beobachtungen an.

1) Treviranus, Vermischte Schriften B. II p. 84.

2) Agardh, Ann. d. Sc. Nat. Ser. 2 T. VI p. 197.

3) Thuret, Ann. d. Sc. Nat. 1857, Ser. IV T. XIV et XV. Memoires sur les zoospores et les antheridies des Algues (Extrait. p. 37 et suiv.).

Seine interessanten Beobachtungen will, ich in einem vollständigen Citate mittheilen:

„Dans la plupart des cas, comme je l'ai déjà dit, l'influence de la lumière sur les zoospores se manifeste par la tendance de ceux-ci à se diriger du côté d'où la lumière arrive. Ainsi, quand le vase qui les contient est placé auprès d'une fenêtre, ils viennent bientôt former sur la paroi la plus voisine et à la surface de l'eau, une zone d'un beau vert, si ce sont des Conferves ou des Ulves; d'un jaune olivâtre, s'ils appartiennent aux Phéosporées. Cette zone a son maximum d'intensité au point le plus rapproché de la fenêtre; de chaque cotê de ce point la coloration va en s'affaiblissant. Si l'on retourne le vase, les zoospores se déplacent et vont se fixer à la paroi opposée.

Mais quelquefois un phénomène précisément contraire a lieu; ils recherchent le côté du vase le plus obscur, et se cachent sous les rameaux des Algues qui leur ont donné naissance se groupant sur les points ou l'ombre est la plus intense. Enfin il n'est pas rare de les voir se diviser en deux parts, l'une qui semble chercher la lumière, l'autre qui semble l' eviter. Ce dernier fait ne permet point d'expliquer la diversité des directions que prennent les zoospores, par des circonstances atmospheriques particulières. Peut-être faudrait-il en chercher la cause dans la vitalité plus ou moins prononcée de ces corpuscules, ceux qui se dirigent vers la lumière m' ayant paru plus actifs et plus disposés à germer que les autres. Au reste, il y a quelques Algues, le Vaucheria par exemple, dont les zoospores ne montrent aucune tendance à se fixer sur un point plutôt que sur l'autre[1]). L'action de la lumière semble aussi presque nulle sur les zoospores du Codium tomentosum et de l'Ectocarpus firmus. En autre, les Algues très mucilagineuses, telles que les Laminaria sacharina et digitata parmi les Phéosporées, le Drapanaldia glomerata parmi les Conferves, communiquent à l'eau une viscosité qui s'oppose ordinairement à la production d'aucun phenomène de ce genre. Enfin il ne faut pas croire que la tendance vers la lumière soit toujours en relation avec la presence du point rouge, que l'on trouve dans la plupart des zoospores, et qui, dans certains Infusoires, a été pris pour un organe visuel. Car les zoospores des Oedogonium n'offrent pas

1) Widersprechend ist die Hofmeister'sche Angabe, nach welcher die Zoosporen der Vaucheria clavata sich an der, vom Fenster abgewendeten Seite des Gefässes zu einem, oft 1 Mil. breiten Saume sammeln. Siehe Physiol. B. I Abth. 1 p. 148.

ce point rouge, et cependant il se dirigent presque toujours du côté le plus éclairé."

Thuret hat also, der erste, gezeigt, 1) dass das Streben zum Licht bei weitem nicht in gleichem Maasse den Algen zukommt, indem er gegen das Licht indifferente Zoosporen beobachtete; 2) dass die Zoosporen einer und derselben Species einigemale ein ganz verschiedenartiges Verhalten zum Lichte zeigen, indem ein Theil der Zoosporen das Licht, der andere dagegen den Schatten aufsuchen.

Denselben Gegenstand behandelte Nägeli[1]) im Jahre 1860. — Ohne Thuret's auch nur zu erwähnen, setzte er der Erklärung von Treviranus Versuche über die Zoosporenbewegung entgegen, in welchen die Zoosporen aus der beschatteten Stelle des Gefässes zum Lichte strebten. In eine 3 Fuss lange, verticale, am unteren Ende mit einem Korke verschlossene Glasröhre goss er ein durch Tetraspora lubrica grün gefärbtes Wasser ein und umwickelte dann die Röhre ihrer ganzen Länge nach, das untere Ende nur ausgenommen, mit dickem Papier. Nach einigen Stunden hatten sich alle Zoosporen am Grunde der Röhre versammelt. Ueber ihnen war das Wasser ganz durchsichtig geworden. Dann band er das Papier los, legte es aber sogleich wieder um die Röhre an, indem er aber jetzt deren oberes Ende unbedeckt liess. Die Zoosporen begannen sogleich hinaufzusteigen und sammelten sich auf der Wasseroberfläche.

Ausserdem hat Nägeli gezeigt, dass die Zoosporen einen grünen Streifen an dem, dem Fenster zugekehrten Rande des Tellers auch dann bilden, wenn der Teller in dem Grade mit Wasser überfüllt ist, dass letzteres seine Ränder überdeckt, und also der dem Fenster nächste Rand stärker beleuchtet wird.

Auf diese Thatsachen gestützt, bemüht sich Nägeli die Ansicht von Treviranus zu bekämpfen: Die Ansicht von Treviranus ist nach Nägeli „kaum der richtige Ausdruck für das Factum; es kann nicht wohl der Schatten sein, welcher die Richtung der Bewegung bestimmt. Vielmehr fragt es sich, was für einen Einfluss die Lichtstrahlen haben. Die grünen Schwärmzellen können dem Lichte entgegen schwimmen oder sie können dasselbe fliehen. Wenn nun dieselben nach dem Fenster hinziehen, um dort sich am Schattenrande anzusammeln, so müssen sie gegen das Licht gehen, um ins Dunkel zu kommen. Auf diese Weise können die beweglichen Zellen den Schatten nicht aufsuchen wollen."

---

1) Nägeli, Beiträge zur wissensch. Botanik. 1860, Heft II p. 102 u. f.

Indessen ist es auch Nägeli nicht gelungen, die Erscheinung, dass die Zoosporen nicht an der Grenze des beleuchteten und beschatteten Wassers stehen bleiben, wie es seiner Ansicht nach hätte geschehen sollen, sondern im Schatten an der Wand des Gefässes sich ansammeln, zu erklären. Die von ihm darüber geäusserte Ansicht ist ganz misslungen, wie aus Folgendem zu ersehen ist. „Wir[1]) müssen vielmehr sagen, dass sie durch das Licht angezogen werden und dabei zufällig in den Schatten kommen.“

Ferner auf S. 103 setzt Nägeli hinzu, dass das Verhalten der Zoosporen zum Licht sich einige Male ändert; indem sie dann vollkommen indifferent erscheinen, oder sogar dasselbe fliehen. Als Beweis führt Nägeli eine ganze Reihe von Versuchen an, von denen aber keiner, der ungenauen Beobachtungsmethode wegen, die Frage zu lösen im Stande ist. Ich werde daher die Versuche selber nicht beschreiben und nur die ihnen zu Grunde gelegte Methode auseinandersetzen. Diese Versuche lassen sich unter zwei Kategorien bringen: in der ersten werden die Zoosporen in geräumigen Gefässen mit Wasser, in der zweiten — in Wassertropfen beobachtet. Nägeli gibt an, in den Versuchen mit Zoosporen, in Gefässen mit Wasser, gegen das Licht indifferente Zoosporen beobachtet zu haben; indessen ist aus seinen Worten zu ersehen, dass er letztere nicht direct beobachtete, sondern sie aus dem Grunde als gegen das Licht indifferent betrachtete, dass die schon regungslos liegenden Zoosporen in gleichmässiger Schicht die ganze Wasseroberfläche als gleichförmige Membran bedeckten, ohne sich an irgend einer Stelle des Gefässes anzuhäufen. Nägeli selbst scheint diese Erklärung als nur wahrscheinlich zu betrachten, da er auf derselben Seite hinzufügt: „Ich werde später noch von der Eigenthümlichkeit der Schwärmzellen, sich beim Uebergang in den Ruhezustand an die Oberfläche des Wassers zu hängen, sprechen. Dabei bilden sie immer, wenn sie auch noch so gedrängt liegen, eine einfache Schicht. Wenn daher eine Wasserfläche ganz mit ruhenden Schwärmzellen bedeckt ist, so ist damit nicht gesagt, dass dieselben überall da, wo sie sich befinden, zur Ruhe gelangt seien. Sie sind möglicherweise nur an einzelnen Stellen an die Oberfläche gekommen, und haben fortwährend diejenigen, welche früher sich daselbst ansetzten, verdrängt.“ Viel mehr Gewicht dagegen wird von Nägeli auf seine Beobachtung in Wassertropfen gelegt. In denselben gab er auf die Stelle acht, wo die zur Ruhe gelangten Zoo-

1) ibid. p. 102.

sporen gelegen waren, und bemerkte aber auch den Rand des Tropfens, an welchem die sich bewegenden Zoosporen einen grünen Saum bildeten, und schloss daraus auf das Verhalten der letzteren zum Licht: diejenigen, welche an dem, dem Fenster zugekehrten Rande des Tropfens sich anhäuften, hielt er für zum Lichte strebende, die an dem entgegengesetzten Rande sich ansammelnden: für das Licht fliehende Zoosporen. Weiter unten werde ich beweisen, dass auch diesen Schluss zu ziehen Nägeli nicht berechtigt war und werde deshalb hier mich nur mit dem Citiren der Seiten 104 u. 105, wo diese Beobachtungen beschrieben sind, begnügen.

Unter andern Forschern haben auch Derbes und Solier[1]) und Morren[2]) der Bewegung der Zoosporen zum Lichte erwähnt. In der letzten Zeit hat Cohn Beobachtungen darüber angestellt und vier kleine Aufsätze darüber publicirt. Der erste Aufsatz[3]) ist rein morphologisch; in ihm wird nur auf den zwei letzten Seiten die Bewegung der Stephanosphaera unter dem Lichteinflusse besprochen. Die drei letzten Aufsätze behandeln dagegen die Gesetze der Bewegung der niederen Organismen unter dem Einflusse des Lichtes. In dem zweiten[4]) und dritten[5]) sind nur die Resultate kurz mitgetheilt, in dem vierten: dieselben Resultate und ausserdem noch die Methode der Beobachtung beschrieben. In der ersten dieser Arbeiten bringt Cohn[6]) für Stephanosphaera eine ganz neue Ansicht über die Wirkung des Lichtes auf die Bewegung (p. 112): „Aus allem diesem geht hervor, dass die beweglichen Kugeln der Stephanosphaera das helle Licht fliehen und die relativ dunkelste Stelle des Gefässes aufsuchen, dass sie jedoch ebenso den gänzlichen Lichtmangel vermeiden und sich am liebsten im gemässigten Lichte oder im Halbschatten ansammeln.“ Er erwähnt sogar der Methode, die niederen Organismen mittelst ihres verschiedenen Verhaltens zum Licht zu sortiren: „Da andere Algen und Infusorien gegen das Licht ein anderes Verhalten zeigen, so besitzen wir dadurch ein Mittel, die mikroskopischen Bewohner eines Wassers gewissermaassen zu sortiren, wie mir dies mit

---

1) Derbes et Solier, Ann. d. Sc. Nat. Ser. 3 T. XIV p. 26.

2) Morren (Charles et Aug.), Nouv. Mém. de l'Acad. de Bruxelles T. XIV Mém. 3me p. 38.

3) Cohn, Zeitschrift f. wissensch. Zoologie von Siebold und Kölliker. 1853, B. IV p. 77.

4) Cohn, Jahresbericht der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult. 1863, p. 103.

5) Cohn, Jahresbericht der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult. 1864, p. 35.

6) Cohn, Hedwigia 1866, Nr. 11 p. 161.

der schattenliebenden Stephanosphaera und dem in der Regel das hellste Licht aufsuchenden Chlamidococcus gelungen ist."

In dem letzten Aufsatze dagegen spricht er sich über die Lichtwirkung auf die Bewegung der niederen Organismen in einer ganz anderen Art aus: „Aus den bisherigen Beobachtungen möchte man zu dem Schlusse kommen, dass es die Intensität des Lichtes ist, welche die Bewegung der grünen mikroskopischen Organismen bestimmt. „Weitere Versuche haben jedoch erwiesen, dass nicht die Intensität, sondern die Richtung der Lichtstrahlen es ist, welche die Bewegung der mikroskopischen Organismen beherrscht." Diesem Schluss muss ich aber, auf meine eigenen an Euglena viridis und Chlamidomonas pulvisculus, als auch auf die von Cohn selber an Stephanosphaera gemachten Versuchen gestützt, widersprechen. Dass die Intensität des Lichtes die Bewegung der von mir beobachteten Organismen bestimmt, werde ich weiter unten zeigen.

Alle seine Versuche, nur die mit Stephanosphaera ausgenommen, hat Cohn in Tropfen Wasser auf dem Objectstische des Mikroskops ausgeführt. Da ich aber die in Tropfen Wasser angestellten Beobachtungen für ungeeignet halte, um sichere Schlüsse über die Lichtwirkung auf die Bewegung zu erhalten, was ich schon bei dem Auseinandersetzen der Nägeli'schen Versuche erwähnte, so will ich auch hier nur die Versuche in Gefässen mit Wasser besprechen und nur der Hauptresultate der übrigen Versuche erwähnen. „Wenn ich nämlich," schreibt Cohn (p. 111), „Wasser, das mit Stephanosphaera und mit Chlamidococcus pluvialis erfüllt war, in einer flachen Porzellanschale ans Fenster stellte, so hatte sich in Kurzem an dem zum Fenster hingekehrten Rande der Flüssigkeit ein grüner Saum gebildet. der beinahe ausschliesslich aus Stephanosphaera bestand, während am entgegengesetzten Rande sich wohl Chlamidococcus, aber kaum eine einzige Stephanosphaera angehäuft hatte. Da aber die dem Fenster zugewendete Seite des Wassers von dem überragenden Rande der Schale selbst beschattet wird, und daher dem dunkelsten Theile entspricht, während am entgegengesetzten Punkte sich die hellste Stelle der Schale befindet, so ergab sich daraus, dass die Stephanosphaera das Licht flieht und sich immer an der dunkelsten Stelle des Gefässes anhäuft ......" „Als ich darauf die Porzellanschale an der dem Fenster zugewendeten Seite mit einem Brettchen so bedekte, dass dieser Theil ganz finster wurde, während das entgegengesetzte Ende der Schale von demselben nicht beschattet war, so entfernten sich binnen ein paar Stunden alle Stephanosphaeren

von dem dunkeln Rande, an dem sie sich bis dahin versammelt hatten, begaben sich aber nicht an den entgegengesetzten erleuchteten Rand, sondern ordneten sich in einer quer durch das Wasser gehenden grünen Linie, welche der Grenze zwischen Kernschatten und Halbschatten des Brettchens genau entsprach — eine Stellung, die um so auffallender war, als die grünen mikroskopischen Pflänzchen sich von selbst immer nur am Rande, nie in der Mitte des Wassers zusammenzustellen pflegen. Legte ich das Brettchen so, das dasselbe von vorn nach hinten von der dunkelsten zur hellsten Stelle quer herüberreichte, so zeigte sich der grüne Saum weder an dem zum Fenster hingewendeten, noch am entgegengesetzten Rande; dagegen erschienen bald zu beiden Seiten des Brettchens ausserhalb seines Kernschattens die grünen Nebel der Stephanosphaera. Wiederholte Versuche gaben mit grosser Sicherheit ein gleiches Resultat."

Diese Resultate, deren Cohn in seinen späteren Aufsätzen gar nicht erwähnt, dagegen eine andere Erklärung für die Wirkung des Lichts auf die Bewegung der niederen Organismen gibt, stimmt mit meinen an Euglena viridis und Chlamidomonas pulvisculus angestellten Versuchen vollkommen überein.

Eben so unrichtig hat sich auch die Ansicht von Cohn über die Wirkung des Lichtes auf die Bewegung der Oscillarineen erwiesen. Er sagt[1]): „Bei den Diatomeen und Oscillarineen, von denen die einen einen braunen (Phaeophyll), die anderen einen thongrünen Farbstoff (Phycochrom) enthalten, macht sich der Einfluss des Lichtes insofern geltend, als dieselben das Licht der Finsterniss vorziehen, daher in grösseren Massen die Oberfläche suchen. Ein weiterer Einfluss auf die Bewegungsrichtung ist jedoch nicht nachzuweisen." — Darüber s. unten S. 27 u. ff.

Von den Resultaten, die Cohn bei der Beobachtung der Zoosporen in Tropfen Wasser bekommen hat, will ich nur zwei besonders interessante erwähnen: „Alle Bewegung der grünen Organismen," schreibt Cohn[2]), „wird von einer Rotation ihres Körpers um die durch Kopf und Schwanz hindurchgehende Längsachse begleitet. Während im Dunkeln die Organismen sich eben so gut von rechts nach links, als von links nach rechts drehen, und oft mit diesen Richtungen abwechseln, wird in ihnen durch das Licht eine bestimmte Drehungsrichtung inducirt: bei den Euglenen und einigen anderen Organismen entgegengesetzt dem Laufe des Uhrzeigers, aber gleich-

1) Cohn, Hedwigia 1866, Nr. 11 p. 162.
2) Cohn, Hedwigia 1866, Nr. 11 p. 165.

läufig der Rotation der Erde (wenn der Nordpol als oben gedacht wird).“ „Versuche mit farbigen Gläsern zeigen, dass nur die stärker brechbaren actinischen Strahlen die hier berührten Bewegungsrichtungen induciren: die schwächer brechbaren, ohne chemische Thätigkeit, verhalten sich wie Abwesenheit des Lichtes. Die Organismen werden daher von den blauen Strahlen am stärksten angezogen; während sich die rothen wie totale Finsterniss verhalten. Wird daher zum Beispiel ein Tropfen zur Hälfte von blauem, zur anderen Hälfte von rothem Licht beleuchtet, so begeben sie sich sämmtlich nach der blauen Hälfte, auch wenn diese vom Fensterrand abgekehrt ist.“ Der letzte Satz muss wegen der Nichtbeachtung der Lichtintensität noch einmal geprüft werden. Der vorletzte scheint ganz richtig zu sein; ich will hier nur dieses Verhalten zum Licht durch folgende Citate aus Hofmeister's[1]) Physiologie vervollständigen: „Die Richtung der Drehung der Schwärmsporen und Spermatozoiden ist für viele Arten beständig, für andere veränderlich. Constant rechts drehen die Schwärmsporen von Vaucheria, Ulotrix speciosa, Stigeoclonium insigne, Tetraspora lubrica; constant links drehen die Schwärmsporen von Chlamidococcus und Oedogonium. Die darauf untersuchten mehrzelligen Volvocineen zeigen keine Beständigkeit der Drehung; sie drehen bald rechts, bald links, so Stephanosphaera, Gonium und Pandorina.“

Bei der Zusammenstellung aller bis jetzt erhaltenen Resultate lassen sich folgende Schlüsse über die Wirkung des Lichtes auf die Bewegung der Zoosporen ziehen:

1) Die Bewegung der Zoosporen wird durch das Licht beeinflusst. Die Art der Lichtwirkung ist dagegen noch ganz unerklärt. Es gibt noch keine, diese Erscheinungen auf eine befriedigende Weise erklärende Theorie.

2) Die Ansicht von Treviranus hat sich als falsch erwiesen, da Nägeli gezeigt hat, dass die Zoosporen auch in dem Falle einen grünen Saum an dem dem Fenster zugekehrten Rande des Tellers bilden, wenn letzterer mit Wasser überfüllt wird; nichtsdestoweniger bleibt es noch unerklärt, weshalb die Zoosporen nicht an der Grenze des beleuchteten und beschatteten Wassers stehen bleiben, sondern im Schatten längs der Wand sich ansammeln.

3) Die Abhängigkeit der Zoosporenbewegung vom Lichte hat sich bei weitem nicht so einfach herausgestellt, wie man es anzunehmen

1) Hofmeister, Physiol. 1866, p. 30.

gewohnt ist. Thuret hat bewiesen, dass das Streben der Zoosporen zum Licht nicht allen Algen in gleichem Maasse zukommt, und dass sogar unter den Zoosporen derselben Species öfters die einen zum Licht streben, die anderen dasselbe fliehen.

4) Nicht nur die Richtung der Bewegung der Zoosporen, sondern auch ihre Drehung um die Achse wird durch das Licht beeinflusst.

Ausser den eben beschriebenen Bewegungen der Zoosporen unter dem Lichteinflusse zeigen sie einige Male noch ganz sonderbare Gruppirungen zu verästelten baumartigen Figuren. Diese Erscheinungen sind bis jetzt nur von Nägeli[1]) allein beobachtet und beschrieben worden. Er beschreibt seine an Tetraspora lubrica und Tachygonium gemachten Beobachtungen auf folgende Weise: „Das durch Tachygonium gefärbte Wasser schüttete ich in einen flachen Teller, wo es sich alsbald klärte, indem die grüne Masse sich an den dem Fenster zugekehrten Rand hinzog. Hier bildete sie eine ziemlich breite Zone (ihre Breite betrug wohl den dritten Theil des Tellerdurchmessers). Unmittelbar am Rande befand sich ein intensiv grüner Streifen, welcher in der Mitte fast 4 Mill. breit war, nach rechts und links aber allmählich schmäler wurde. Innerhalb dieses Streifens war die grüne Zone getupft von kreisrunden Flecken, von denen jeder im Centrum intensiv grün war und ringsum nach der Peripherie hin allmählich heller wurde. Diese Tupfen waren in der Nähe des Randstreifens kleiner und gedrängter, auf der nach der Mitte des Tellers gekehrten Seite grösser und lockerer; dort betrug der Abstand der Centren etwa 6 Mill., hier etwa 12. Zwischen den grünen Tupfen war das Wasser nicht farblos, sondern gelblich. Ich wollte eine der grünen Massen mit der Pincette herausnehmen, aber sie zerfloss sogleich; und wie ich noch zwei- bis dreimal rasch nacheinander mit der Pincette an den verschiedenen Stellen das Wasser berührt hatte, so war die zierliche Anordnung ganz verschwunden, die getupfte Zone war homogen grün geworden. Nach 2 bis 3 Minuten hatte sich indess die frühere Anordnung in Tupfen wieder hergestellt. Das Experiment wurde noch einige Male wiederholt. Sowie das Wasser in Bewegung gesetzt wurde, so verschwanden die Anhäufungen der grünen Masse, die sich, der Ruhe überlassen, immer sofort wieder bildeten.

Eine genauere Betrachtung mit der Lupe bestätigte nun, dass jeder der grünen Tupfen aus lebhaft beweglichen Schwärmzellen be-

1) Nägeli, Beiträge zur wissensch. Botanik. 1860, Heft 2 p. 106 u. 107.

stand, die nach dem Centrum sich enger zusammengedrängt hatten. Ferner zeigte sich, dass jeder derselben mit einem senkrechten, nach unten verschmälerten Fortsatz den Boden des Tellers berührte, somit eine verkehrt-kegelförmige Gestalt hatte.

Während der Nacht stand der Teller bei stürmischer, regnerischer Witterung und bei einer Temperatur von 5 °C im Freien, jedoch unter Dach. Am anderen Morgen bildeten die Zellen einen grünen Bodensatz. Ins Zimmer gebracht trat zwar ein grosser Theil derselben, jedoch lange nicht alle, bald an die Oberfläche, schwärmte und sammelte sich wieder zu einer grünen Zone auf der äussern (dem Fenster zugekehrten) Seite. Unmittelbar an dem Rande zeigte sich wieder ein intensiv grüner Streifen. An die Mitte desselben setzte sich eine baumartige Verzweigung von ebenfalls intensiv grünen Streifen an. Der Hauptstamm war nach dem Centrum des Tellers (gerade nach dem Zimmer) gerichtet; rechts und links gingen Aeste ab; die äusseren ziemlich unter einem rechten Winkel, die inneren (oberen) unter spitzen Winkeln. Die äussersten und innersten dieser Aeste waren unverzweigt und bloss gabelig, die mittleren dagegen mehr oder weniger stark verzweigt und länger. Ausserdem gingen rechts und links neben dieser baumartigen Verzweigung noch kurze unverzweigte Streifen von den Randstreifen in der Richtung von Radien ab. Das Wasser zwischen den baumartig verbundenen Streifen war hellgrün, nach dem Umfange hin hellgelb.

Diese Anordnung blieb nicht die nämliche, sie veränderte sich während des ganzen Tages unaufhörlich, ohne jedoch den baumartigen Charakter zu verlieren. Die Verzweigung wurde aber einfacher und die Streifen länger und stärker. Man konnte die einzelnen Zweige und Aeste verfolgen, wie die einen sich verkürzten und zuletzt ganz verschwanden, die anderen aber an der Spitze sich verlängerten. — Eine genaue Beobachtung zeigte auch hier, dass die grünen Streifen nicht bloss oberflächlich waren. Dort hatten sie zwar ihre grösste Stärke, aber sie reichten mehr oder weniger tief in das Wasser hinab. Von den stärkern Aesten gingen vollständige senkrechte Wände und von den Knoten der schwächeren Verzweigungen senkrechte Stränge bis auf den Grund. Man überzeugte sich davon sowohl durch genaue Betrachtung in verschiedenen schiefen Richtungen, als durch eine leichte Bewegung des Wassers, wobei die den Boden berührenden Wände und Stränge selber in eine schiefe Lage gebracht wurden."

Eine ganz ähnliche Beobachtung machte ich im Jahre 1850 an Tetraspora lubrica. Wenn das Wasser dicht mit Schwärmzellen erfüllt

und ziemlich grün war, so schieden sich rundliche Gruppen mit intensiv grünem Centrum aus. War dagegen das Wasser hellgrün, so bildeten sich intensiv grüne schmale Streifen, die bald baumartig, bald mehr netzartig verbunden, bald auch ziemlich parallell waren, und deren Richtung in überwiegender Menge von dem Fenster nach dem Zimmer ging. Auch hier beschränkten sich die rundlichen Tupfen nicht auf die Oberfläche des Wassers, sondern reichten 5 bis 10 Mill. tief in dasselbe hinab, indem sie nach unten dünner und heller wurden.

Ueber die Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung weiss ich gar nichts beizufügen. Die Bemerkung indess halte ich nicht für überflüssig, dass offenbar nicht etwa Bewegungen und Strömungen im Wasser dieselbe veranlassen, sondern dass hier noch unbekannte Eigenthümlichkeiten der Schwärmzellen im Spiele sind, deren Wirkungsweise namentlich von der grösseren oder geringeren Menge derselben abhängt."

Ebensolche Gruppirungen ist es mir gelungen bei Euglena viridis und Chlamidomonas pulvisculus zu beobachten (siehe unten S. 24).

In einem ebensolchen Grade wie die Bewegung der Zoosporen ist auch die Zeit ihres Ausschwärmens durch das Licht bedingt. Beobachtungen darüber finden sich hauptsächlich bei Al. Braun[1]) und Thuret[2]). Sie lassen aber auch keine allgemeine Regel erkennen, wie aus Thuret's Worten zu sehen ist: „La lumière exerce aussi une influence marquée sur l'emission des Zoospores. Dans mes excursions maritimes, il m'est arrivé plus d'une fois de conserver un ou deux jours par un temps sombre des Algues que le microscope me montrait en pleine fructification, et qui cependant ne me donnaient point de Zoospores: mais si le ciel venait à s'éclaircir, l'obscurité à se dissiper, les Zoospores sortaient en abondance, et colorait bientôt le bord de mes vases des teintes les plus vives. Abstractions faites de ces circonstances exceptionelles, on peut poser comme règle générale, que l'emission des Zoospores s'accomplie dans les premières heures de la journée." Aber gleich darauf fügt Thuret hinzu: „Si cette loi parait peu constante dans les Ulves et les Ectocarpus, par contre il est des Algues qui offrent à cet égard une régularité surprenante. Ainsi la sortie de presque tous les Zoospores de Vaucheria a lieu vers huit heures du matin. Dans le Cutleria multifida,

1) Al. Braun, Verjüngung p. 237 u. f.

2) Thuret, Sur les zoospores et les antheridies des Algues. Ann. d. Sc. Nat. Ser. 3 T. XIV et XV (Extrait p. 38).

c'est à la première aube du jour, que le phénomène s'accomplit, et cette circonstance ne laisse pas que d'en rendre l'observation assez incommode. La seule exception bien tranchée à la règle ci-dessus que j'aie observée jusqu'à présent m'a été présentée par l'Enteromorpha clathrata, où j'ai toujours vu l'emission des Zoospores s'opérer dans l'après-midi.“

Eine völlige Analogie mit den Zoosporen zeigen im Verhalten zum Licht auch die Antherozoiden. Besonders günstig für derartige Untersuchungen erweisen sich nach Thuret[1]) die Antherozoiden der Fucaceen, da man sie leicht in grosser Menge zur Beobachtung sich verschaffen kann. Es genügt, ein mit orangengelben Häufchen bedeckten Fucus in einem Gefässe mit Meerwasser abzuspülen, um das Wasser orangengelb zu färben; in jedem Tropfen dieses Wassers sind nun die Antherozoiden zu Tausenden vorhanden. Wenn man das Gefäss ans Fenster stellt, so gruppiren sich bald alle Antherozoiden an irgend einer Stelle des Gefässes, in Folge dessen sich das Wasser ganz klärt; die Stelle, wo sich die Antherozoiden ansammeln, ist nicht immer dieselbe; bald gruppiren sie sich an dem am stärksten beleuchteten Rande des Gefässes, bald dagegen an dem beschatteten. Der Abhängigkeit der Antherozoiden der Sphaeroplea annulina vom Licht erwähnt Cohn[2]): „in Tropfen Wasser sammeln sie sich immer an dem dem Fenster zugekehrten Rande.“

Viel dürftiger sind die Angaben über die Wirkung des Lichtes auf die in fortwährender Bewegung sich befindenden Algen, die Oscillareen, Diatomaceen und Desmidiaceen, als auch auf die den Algen nahestehenden Organismen, wie Diselmis, Euglena. Der Ansicht Cohn's über Oscillareen und Diatomaceen habe ich oben (S. 10) erwähnt. Unter den Desmidiaceen wird nach Al. Braun[3]) die Bewegung von Penium curtum durch das Licht beeinflusst: „Es ist ein wunderbarer Anblick, wie sich in einer Wasserschüssel alle Individuen (von Penium curtum) in kurzer Zeit mit ihrer Längsache gegen das Licht richten und sich dadurch innerhalb der Gallertmasse in schöne Streifen ordnen. Die Beobachtung unter dem Mikroskop zeigt, dass sich dabei die jüngere Hälfte der Zelle, die noch längere Zeit nach der Theilung als solche unterscheidbar bleibt, dem Lichte zukehrt.“

1) Thuret, Recherches sur la fécondation des Fucacées. Ann. d. Sc. Nat. Ser. IV T. 2 (Extrait).

2) Cohn, Ann. d. Sc. Nat. Ser. IV T. 5 p. 201.

3) Al. Braun, Verjüngung p. 217.

Ferner sollen Diselmis nach Thuret's[1]) Angabe, Euglena viridis nach Thuret[2]) und Cohn[3]) sich gegen das Licht ebenso intensiv wie die Zoosporen bewegen.

Unter den anderen Lebensfunctionen, welche durch das Tageslicht hervorgerufen werden, ist bis jetzt nur die Ausscheidung des Sauerstoffs studirt worden. Die Sauerstoffausscheidung durch die Algen wurde von Pristley[4]) entdeckt, welchem aber noch die Abhängigkeit dieses Processes vom Licht ganz unbekannt blieb. Der Zusammenhang dieser Erscheinung mit dem Licht wurde von Ingenhousz[5]) nachgewiesen. Senebier[6]) bestätigte die Entdeckung dieser Forscher, und erkannte aber ausserdem, dass die Sauerstoffausscheidung mit der Verschluckung der Kohlensäure unzertrennlich sei. Weitere, mehr ins Detail gehende Angaben finden sich in der Abhandlung von Aug. und Charles Morren[7]) ein. Im Wasser, welches Chlamidomonas pulvisculus in grosser Menge enthielt, haben diese Forscher die Quantität der in ihr gelösten Gase zu verschiedenen Tages-, Nacht- und Jahreszeiten, beim trüben und klaren Wetter bestimmt und erhielten folgende Resultate: Die Sauerstoffausscheidung hatten sie immer nur bei directem Sonnenschein beobachtet. Sie wiesen ein constantes Verhältniss zwischen der Lichtintensität und der Menge des ausgeschiedenen Sauerstoffs nach: das Wasser wurde immer desto reicher an Sauerstoff, je heiterer das Wetter war. Die Quantität des im Wasser gelösten Sauerstoffs stieg bis auf 60%. Dem Zuwachs und der Verminderung des im Wasser gelösten Sauerstoffs entsprechend änderte sich auch das Quantum der Kohlensäure und zwar in umgekehrt proportionalem Verhältnisse: je mehr Sauerstoff im Wasser gefunden wurde, desto weniger enthielt es Kohlensäure, und umgekehrt: je weniger Sauerstoff, desto mehr Kohlensäure.

---

1) Thuret. Recherches sur les Zoospores des Algues. Ann. d. Sc. Nat. Ser. 3 (T. XIV Extrait p. 40).

2) Thuret ibid.

3) Cohn. Jahresbericht der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. 1863, p. 103.

4) Priestley. Experiments and observations relating to various branches of natural philosophy, with a continuation of the observation on air. London 1779, p. 337. [illegible] Citate von Ingen-housz).

5) Ingen-housz. Experiences sur les végétaux. Paris 1780, p. 89.

6) Senebier. Memoires physico-chimiques 1782. T. II p. 1—46 et p. 381—387.

7) Aug. & Charles Morren, Nouv. Mém. de l'Acad. royale d. Sc. et belles [illegible] T. XIV Mém. 3.

Hierher gehört auch die von Rosanoff[1]) bei den Florideen beobachtete Sauerstoffausscheidung.

Im Gegensatz zu allen hier beschriebenen Lebensfunctionen kommen folgende nach Al. Braun nur bei Lichtmangel in der Nacht zu Stande: 1) die in dem Inhalte der Zellen stattfindende Auflösung der festen Bestandtheile des Zelleninhaltes, welche der Zoosporenbildung vorangeht; 2) die Theilung der Zellen, über welche aber äusserst geringe Beobachtungen vorliegen. Die wichtigsten gehören Al. Braun an; er berichtet darüber[2]): „Ich selbst habe mich bei allen grünen Algen mit beweglichen Gonidien, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, davon überzeugt, dass die Vorbereitung zur Keimzellenbildung, insbesondere das meist mit derselben verbundene Verschwinden der Amylumkörner in der Nacht beginnt und meistens auch in einer Nacht so weit fortschreitet, dass mit dem nächsten Morgen die Bildung der Keimzellen zur Vollendung kommen und die Geburt eintreten kann.“ — Und dann auf S. 240: „Lange wollte es mir nicht glücken dieselben (die ersten Anfänge der Theilung der Zellen bei Spirogyra) zu finden, ob sich gleich kürzlich getheilte Zellen sehr häufig zeigten. Erst als ich die frühesten Morgenstunden zur Beobachtung wählte und zuletzt noch das Mittel ergriff, Exemplare vor Sonnenaufgang in Weingeist zu legen, um sie später ruhig untersuchen zu können, war es mir möglich den Theilungsprocess der Zellen bei dieser Gattung vollständig zu ermitteln.“

Ebenso bei Stephanosphaera: „Höchst merkwürdig ist es,“ sagt Cohn[3]), „dass die Theilung der Primordialzellen der Stephanosphaera an eine constante Tageszeit gebunden ist, allemal gegen Abend beginnt und am folgenden Morgen sich vollendet hat.“

Mit diesen Bemerkungen will ich die Uebersicht der die Wirkung des Lichts auf die Algen behandelnden Litteratur schliessen und gehe nun zu den eigenen Untersuchungen über.

Sie lassen sich bequem in zwei Abtheilungen sondern: in der ersten habe ich die Wirkung des Lichtes auf die Bewegung einiger niederen Organismen, namentlich Chlamidomonas pulvisculus, Euglena viridis und Oscillatoria insignis Tw., in der zweiten die Wirkung des Lichtes auf die Erzeugung der Stärke bei Spirogyra studirt. In den beiden ist auch die Methode der Untersuchung eine andere und zwar

1) Rosanoff, Sur le pigment rouge des Floridées 1865. Ann. d. Sc. Nat. Ser. 5 T. IV p. 320 et suiv.

2) Al. Braun, Verjüngung p. 237.

3) Cohn, Acta Acad. C. L. C. Nat. curiosorum. T. XXVI (Nachtrag p. 20).

in der letzten eine mehr ausgearbeitete und genauere. Die Verschiedenartigkeit der Untersuchungsmethode wurde sowohl durch die Jahreszeit, als auch durch den zu behandelnden Gegenstand bestimmt. Die Bildung der Stärke habe ich im Winter nur mittelst Kerasin-Lampenlicht untersucht, da das Tageslicht zu der Zeit zu schwach war, um diesen Process hervorzurufen. Die Wirkung des Lichtes auf die Bewegung der niederen Organismen dagegen — im Frühjahr und Sommer — nur bei Tageslicht beobachtet, da ich zur Anstellung derartiger Versuche mittelst des Kerasin-Lampenlichts noch keine dazu passende Vorrichtung gefunden habe. Endlich will ich hier bemerken, dass, da mir die Construction eines die Wärmestrahlen des Sonnenlichtes abhaltenden Apparates bis jetzt noch nicht gelungen ist, ich unter der Wirkung des Sonnenlichtes die Wirkung aller seiner Strahlen, der Wärme, Licht und chemischer Strahlen verstehe, obgleich es höchst wahrscheinlich ist, dass auf die Bewegung der niederen Organismen die Lichtstrahlen, wenn nicht einzig, doch hauptsächlich wirken.

A. Die Wirkung des Lichtes auf die Bewegung der Chlamidomonas pulvisculus Ehr., Euglena viridis Ehr. und Oscillatoria insignis Tw.

Den jetzt herrschenden Ansichten zufolge sollen diese Organismen sich zum Licht ganz verschieden verhalten: die zwei erstgenannten zum Lichte streben, und desto energischer, je intensiver das Licht, Oscillatoria dagegen ganz indifferent gegen das Licht sein.

Diese Verhältnisse näher zu prüfen, stellte ich mir zur Aufgabe.

Chlamidomonas pulvisculus und Euglena viridis.

Diese beiden Organismen habe ich immer beisammen gefunden, und es war zu befürchten, dass die Beobachtungen dadurch sehr complicirt ausfallen würden. Glücklicherweise erwiesen diese beiden Organismen in allen Fällen zum Licht ein ganz gleichartiges Verhalten. Ich überzeugte mich davon durch mikroskopische Untersuchungen der von ihnen gebildeten Streifen, und kann nun für alle von mir beobachteten zahlreichen Fälle angeben, dass ich in jeder Anhäufung diese beiden Organismen immer beisammen fand.

Um die Erscheinungen ihrer Bewegung unter Lichtwirkung vollständig aufklären zu können, ist es, meiner Ueberzeugung nach, nöthig, den Gegenstand nach zwei Richtungen genau zu untersuchen:

erstens, die dieser Erscheinung am meisten günstigen Bedingungen herauszufinden, und sodann zweitens, unter diesen günstigen Bedingungen das Verhalten der Organismen zum Licht während des ganzen Lebenscyclus zu studiren.

In der vorliegenden Arbeit habe ich nur die erste Frage zu lösen versucht und mein Augenmerk vorzugsweise darauf gerichtet, zu bestimmen:

1) in welcher Weise die Bewegung des Chlamidomonas pulvisculus und der Euglena viridis durch das Licht verschiedener Intensität,
2) durch die Beschaffenheit der Flüssigkeit, in welcher ich mit ihnen experimentirte, beeinflusst werde.

Chlamidomonas und Euglena fand ich beisammen in Menge in einer grossen Pfütze auf Wassili-Ostrow, am grossen Prospect auf dem Smolenskischen Felde. Sie waren darin so massenhaft enthalten, dass es genügte ein wenig Wasser mit dem darauf schwimmenden schaumartigen Schmutze zu schöpfen, um sie in zahlloser Menge zu bekommen. Ins Zimmer gebracht, zogen sie nach der dem Fenster nächsten Seite des Gefässes hin und zeigten somit gegen das Licht ein mit den schon vorhandenen Angaben anderer Forscher übereinstimmendes Verhalten.

Ich stellte meine Untersuchungen gegen Ende Mai an und experimentirte nur Morgens zwischen 10 und 1 Uhr nach Mittag. Zu allen Versuchen brauchte ich Untertassen mit so flach geneigten Wänden, dass die innere Fläche der dem Fenster nächsten Wand der Untertasse direct von den Sonnenstrahlen getroffen und somit das Wasser nicht im mindesten beschattet wurde. Die Untertassen überdeckte ich von der dem Fenster entgegengesetzten Seite bis über drei Viertel mit Bretchen. Auf diese Weise enthielt die Untertasse, von der Sonne beleuchtetes Wasser nur in dem dem Fenster nächsten Theile; alles übrige wurde durch das Bretchen beschattet, und desto mehr, je weiter vom Fenster.

In der Befürchtung, dass die im Zimmer aufbewahrten Organismen, wenn auch nur theilweise, ihre Lebensfähigkeit einbüssen könnten, holte ich aus Vorsicht täglich eine neue Portion derselben, welche ich ebenfalls sogleich den Versuchen unterwarf. Ich untersuchte sie sowohl in Newa-Wasser, als auch in der aus der Pfütze selbst geschöpften Flüssigkeit, welche aber immer vorläufig filtrirt wurde. Diese letztere war immer gelb gefärbt, alkalisch, und enthielt eine grosse Menge Salze in Lösung, manchmal bis zu dem Grade, dass die Flüssigkeit, in Untertassen gebracht, sich in kurzer Zeit mit einer

dicken Kruste kleiner Krystalle bedeckte. Indessen waren die in ihr enthaltenen Chlamidomonas und Euglena vollkommen lebenskräftig.

Der beschriebenen Methode der Untersuchung, und zwar mit blossem Auge in Massen zu untersuchen, bin ich in allen meinen Versuchen streng gefolgt.

Die Beobachtung dieser Organismen dagegen in einem Tropfen Wasser auf dem Objectträger des Mikroskops habe ich ganz fallen lassen, indem ich mich überzeugte, dass auf diese Weise kein zuverlässiges Resultat zu erlangen ist. Abgesehen davon, dass die Vertheilung des Lichts im Tropfen Wasser durch dessen Form und Grösse bedingt ist, wird sie noch ausserdem sowohl durch die Höhe der Sonne, als auch durch die Entfernung des Tropfens vom Fenster beeinflusst. Endlich wird die Beobachtung am Mikroskop noch durch ein am Chlamidomonas und Euglena von mir entdecktes Verhalten, welches ich weiter unten beschreiben werde, so ausserordentlich complicirt, dass ich mich jetzt wenigstens genöthigt sehe diese Methode gänzlich zu verwerfen.

Ich führe hier sogleich zwei Hauptresultate meiner Untersuchungen an und gehe zu deren Beweise über:

1) Der Grad der Lichtintensität übt auf die Vertheilung und Bewegung der grünen Masse einen ausserordentlichen Einfluss aus. Die Wirkung ist aber ganz anderer Art, als man sich bis jetzt vorstellte: es hat sich gezeigt, dass nicht directes Sonnenlicht, sondern das Licht mittlerer Intensität am stärksten die Bewegung des Chlamidomonas und der Euglena hervorruft.

2) Das Verhalten dieser grünen Organismen zum Licht ist auch von der Flüssigkeit abhängig, in der man mit ihnen experimentirt. Im Gefässe, welches, mit Filtrat gefüllt, im Schatten steht, sammeln sich alle Individuen an der Oberfläche des Wassers längs dem dem Fenster nächsten Rande in einen grünen Streifen. Im Newa-Wasser dagegen verbleiben sie grösstentheils, dem Anscheine nach, gegen das Licht ganz indifferent, indem sie den Boden und die Wände der Untertasse überall gleichmässig als grüne Schicht bedecken. Wenige nur gerathen in Bewegung, steigen gegen die Oberfläche des Wassers und gruppiren sich in zwei gegenüberliegenden grünen Streifen, deren einer längs der dem Fenster nächsten, der andere längs der entgegengesetzten Wand der Untertasse sich ansetzt. Der erste Streifen wird von Organismen gebildet, welche, wie ich zeigen werde, zum Lichte streben; der zweite aus solchen, welche die Dunkelheit aufsuchen. Die beiden Seitenränder der Untertasse sind dagegen

immer vom grünen Saume frei, so dass die grünen Streifen weit von einander gesondert auftreten.

Zahlreicher und genauer Untersuchungen ungeachtet ist es mir niemals gelungen, durch das Mikroskop irgend ein Kennzeichen herauszufinden, durch welches das verschiedene Verhalten der Organismen gegen das Licht charakterisirt wäre. Alle Individuen, sowohl zum Lichte strebende, als auch indifferente oder das Licht fliehende, waren unter dem Mikroskop völlig einander gleich.

Das verschiedene Verhalten des Chlamidomonas und der Euglena zum starken Lichte und dem Lichte mittlerer Intensität gibt sich dadurch zu erkennen, dass die Gruppirung der grünen Masse verschieden ausfällt, je nachdem das Gefäss im Schatten, oder im directen Sonnenlichte zu stehen kommt.

Mittelst folgender Experimente habe ich diese Verhältnisse genauer untersucht:

1) In zwei ganz gleiche, mit der filtrirten Flüssigkeit gefüllte Untertassen brachte ich gleiche Quantitäten des durch Chlamidomonas und Euglena grün gefärbten Wassers hinein, welches ich durch sorgfältiges Mischen gleichförmig in den Untertassen verbreitete. Eins von ihnen stellte ich in den Schatten, das andere setzte ich dem directen Sonnenlichte aus; jedes wurde noch, von der dem Fenster entfernteren Seite, bis über drei Viertel mit einem Bretchen bedeckt. Die grüne Masse gruppirte sich in beiden Gefässen sehr rasch, und schon nach wenigen Minuten war die Differenz sichtbar. In der in den Schatten gestellten Untertasse war die ganze grüne Masse schon nach dem beleuchteten Theile der Untertasse herübergewandert und bildete einen einzigen, aber breiten grünen Streifen längs der dem Fenster nächsten Wand des Gefässes. In der ins directe Sonnenlicht gesetzten Untertasse zeigte sich ein solcher Streifen gar nicht, oder war wenig angedeutet, indem gar keine, oder nur verhältnissmässig ganz wenige Individuen gegen den Rand des beleuchteten Theiles der Untertasse strebten. Dagegen aber kam immer ein anderer Streifen zum Vorschein, welcher sich auf der Oberfläche des Wassers, quer über die ganze Untertasse, dem Rande des durch das Bretchen gebildeten Schattens entlang zog. Dieser Streifen war von der Seite, mit welcher er ans directe Sonnenlichte grenzte, ganz gerade und scharf markirt; von der anderen aber, die unter dem Schatten des Bretchens zu liegen kam, wellenförmig contourirt und undeutlich begrenzt. Die Form des Streifens deutete schon gewissermaassen auf seine Bildungsweise hin. Er wird, grösstentheils wenigstens, durch

die grüne Masse, welche sich aus dem beschatteten Theile der Untertasse zum Lichte hinzieht, welche aber an der Grenze durch das directe Sonnenlicht in der Bewegung aufgehalten wird, gebildet. Andere später hinzukommende grüne Massen sind nicht im Stande, die vorderen Reihen durch ihren Andrang zu verschieben und legen sich in wolkigen Haufen daneben an. Die Richtigkeit dieser Ansicht wird dadurch bekräftigt, dass zu dieser Zeit in dem ganzen durch das Bretchen beschatteten Theile der Untertasse nirgends anderswo etwas von der grünen Masse zu finden ist.

Indessen ist es mir noch nicht gelungen, sicher zu bestimmen, ob dieser Streifen ausschliesslich aus Chlamidomonas und Euglena, welche sich in dem beschatteten Theile der Untertasse befanden, gebildet wurde, oder ob auch noch die grüne Masse des beleuchteten Theils der Untertasse zu seiner Bildung etwas beitrug. Was mit letzterer vorgeht, ob sie, vom directen Sonnenlicht getroffen, bloss ihre Bewegungsfähigkeit einbüsst und an der Stelle bleibt, wo sie von der Sonne getroffen wurde, oder ob sie das directe Sonnenlicht flieht und gegen den beschatteten Theil der Untertasse zieht, ist mir bis jetzt, und nach der hier befolgten Methode untersucht, noch ganz unbekannt geblieben. Jedenfalls ist die Bildung des eben besprochenen Streifens dadurch hervorgerufen, dass die sich bewegenden Chlamidomonas und Euglena durch das starke Licht an der Grenze des Schattens aufgehalten wurden. Durch folgendes einfache Experiment kann man sich davon überzeugen. Es genügt, die Intensität des Lichts durch das Beschatten der Untertasse mittelst eines Blattes Papier zu vermindern, um den eben besprochenen Streifen sogleich verschwinden und statt dessen alle Chlamidomonas und Euglena längs der dem Fenster nächsten Wand in einen einzigen Streifen sich gruppiren zu sehen, ganz wie in einem in den Schatten gestellten Gefässe.

2) Das Resultat des Versuchs bleibt das nämliche, wenn man, anstatt die eine Untertasse ins directe Sonnenlicht, die andere in den Schatten zu bringen, beide Gefässe dem directen Sonnenlicht aussetzt, das eine aber mittelst Papier beschattet.

3) Eine Untertasse mit Filtrat gefüllt und wie die vorigen mit einem Bretchen bedeckt, ins Sonnenlicht gebracht, zeigt die oben beschriebene Vertheilung der grünen Masse, so lange es nicht in den Schatten zu stehen kommt; sobald aber der vom Fensterrahmen geworfene Schatten auch über die Untertasse sich auszudehnen anfängt, ändert sich sogleich die Gruppirung der grünen
durch den Rahmen beschatteten Theile: der über d

laufende Streifen verschwindet sogleich, während der andere, an der dem Fenster nächsten Wand des Gefässes sich befindende, sogleich mächtig anschwillt. Zu dieser Zeit sind in der Untertasse zwei Gruppirungen der grünen Masse sichtbar, welche aber scharf längs der Grenzlinie des schon durch den Fensterrahmen beschatteten und des noch von der Sonne beschienenen Theiles der Untertasse gesondert sind.

Mittelst dieser Experimente ist es mir also gelungen, die Verschiedenheit in der Wirkung des directen Sonnenlichts und des Lichtes von mittlerer Intensität nachzuweisen. Eine genauere Prüfung der Wirkung des directen Sonnenlichts auf die in dem beleuchteten Theile der Untertasse sich befindenden Chlamidomonas und Euglena habe ich die Absicht nächstens vorzunehmen.

Das Verhalten der Chlamidomonas und Euglena zum Licht wird ein ganz anderes, wenn man diese Organismen statt im Filtrat im Newa-Wasser hält, obgleich sie auch in diesem lange Zeit dem Anscheine nach ganz gesund bleiben. Durch das Newa-Wasser wird das Streben zum Licht bei den meisten ausserordentlich vermindert; in einigen, wenn auch wenigen Individuen sogar ein entgegengesetztes Streben, nämlich das Licht zu fliehen, hervorgerufen; letztere versammeln sich deshalb in den am meisten verdunkelten Stellen der Untertasse.

Die durch Newa-Wasser erzeugte Differenz lässt sich durch vergleichende Versuche am deutlichsten zeigen. Mehrere ganz gleiche Untertassen stellte ich nebeneinander in den Schatten; die einen waren mit Filtrat, die anderen mit Newa-Wasser gefüllt, und alle mit gleichen Mengen der grünen Masse versetzt, welche mit der Flüssigkeit sorgfältig vermischt wurde. Jede Untertasse war, wie in den vorigen Versuchen, mit einem Bretchen überdeckt. Nach einigen Minuten schon stellte sich die Differenz heraus. Im Filtrat sammelte sich die ganze Masse an der dem Fenster nächsten Wand der Untertasse in einen einzigen breiten grünen Streifen. Im Newa-Wasser erwies sich die grüne Masse grösstentheils gegen das Licht vollkommen indifferent, indem sie auf dem Boden und den Wänden der Untertasse überall, sowohl in dem hellen Theile, als auch unter dem Schatten des Bretchens, einen gleichförmigen Ueberzug bildete. Nur wenige Individuen wurden durch den Lichteinfluss in Bewegung versetzt; sie stiegen zur Oberfläche des Wassers empor und theilten sich hier in zwei Gruppen, indem die eine einen Streifen längs der dem Fenster nächsten, die andere einen zweiten Streifen an der gegenüberliegenden Wand des Gefässes bildete. Die ersten strebten

dabei, wie ich gleich beweisen werde, dem Lichte zu, die letzten aber suchten die Dunkelheit auf. Die beiden Streifen waren vollkommen von einander gesondert, denn auf den beiderseitigen Wänden der Untertasse war nie ein grüner Saum zu sehen. Ich überzeugte mich durch Experimente davon, dass im vorliegenden Falle die beiden Streifen durch das Licht hervorgerufen waren. Durch die Veränderung der Lichtintensität nämlich konnte jeder von ihnen sogleich zum Verschwinden gebracht werden. Der dem Fenster näherliegende Streifen durch das Beschatten, der andere durch das Beleuchten. Theilweises Beschatten brachte ich durch ein Stück dicker Pappe hervor; theilweises Beleuchten, indem ich das Bretchen durch Pappe ersetzte, welche ich von einer Seite her tief eingeschnitten hatte. An der Stelle, wo der Einschnitt der Pappe über den grünen Streifen zu liegen kam, wurde letzterer sogleich zum Verschwinden gebracht; an allen anderen Stellen aber blieb er ganz unverändert erhalten. Es genügte nun, die Pappe zu verrücken und die vorige Stelle wieder zu beschatten, um die Bildung des Streifens sogleich wieder zu erzeugen. Es gelang mir auf diese Weise zu wiederholten Malen, die beiden Streifen in kurzer Zeit hervorzurufen, oder verschwinden zu machen.

Eine eben so deutliche Verminderung des Strebens zum Lichte äusserte sich auch bei Chlamidomonas und Euglena im Gefäss, welches, mit Newa-Wasser gefüllt, ins directe Sonnenlicht gebracht wurde. Bei allen in dieser Hinsicht angestellten Experimenten hatte sich nur ein Mal ein Streifen an der dem Fenster nächsten Wand der Untertasse gebildet; sonst formirte sich immer nur ein Streifen an der dem Fenster entgegengesetzten, durch das Bretchen beschatteten Seite.

Es ist mir öfters gelungen, Gruppirungen dieser Organismen zu bedeutenden Massen zu beobachten, welche den von Nägeli[1]) bei Tetraspora lubrica und Tachygonium beschriebenen Erscheinungen ganz gleich kamen und nur in der Hinsicht differirten, dass ich immer nur baumartige Anhäufungen zu sehen bekam, und zwar immer nur solche, deren Centrum der Verzweigung immer um die Mitte des Wassers herum lag, nicht aber, wie es Nägeli gesehen, als Abzweigung des grünen Streifens. Mit dem Mikroskop überzeugte ich mich davon, dass diese Anhäufungen aus beweglichen Chlamidomonas und Euglena bestanden.

Was die Ausscheidung des Sauerstoffs durch diese Organismen

---

1) Nägeli, Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. 1860, Heft II p. 106 u. 107.

betrifft, so kann ich nur das von anderen Beobachtern Geäusserte bestätigen. Nicht nur im Dunkeln, sondern auch im Schatten ist es mir niemals gelungen, die Ausscheidung der Gasbläschen zu beobachten, während im directen Sonnenlichte schon wenige Minuten genügten, um diesen Process hervorzurufen; und war die Quantität der grünen Masse bedeutend, so bedeckte sich bald die ganze Oberfläche der Flüssigkeit mit einem Schaume von Gasblasen.

In allen im Zimmer gehaltenen Gefässen erzeugte sich auf der Oberfläche des Wassers gegen Abend eine Membrane, welche aus einer einfachen Schicht von unbeweglichen Chlamidomonas und Euglena bestand. In den zum Theil beschatteten Gefässen erschien diese Membrane nur in dem beleuchteten Theile der Untertasse. Dessen ungeachtet hat es sich herausgestellt, dass die Bildung der Membrane sowohl, als auch der Uebergang der Organismen in den unbeweglichen Zustand nicht durch das Licht, sondern durch eine andere mir noch unbekannte Ursache hervorgerufen wird, denn in den ins völlige Dunkel gestellten Gefässen bildete sich diese Membrane in derselben Weise, breitete sich aber über die ganze Oberfläche der Flüssigkeit aus.

Aller Wahrscheinlichkeit nach wurde die Bildung der Membrane in den zum Theile beschatteten Gefässen nur dadurch im beleuchteten Theile hervorgerufen, dass die in den unbeweglichen Zustand übergehenden Organismen sich gegen Abend an die Oberfläche des beleuchteten Wassers hinziehen und dort zur Ruhe gelangen.

Um möglichen Missverständnissen vorzubeugen, will ich hier hinzufügen, dass ich das von mir beschriebene Verhalten der Chlamidomonas und Euglena zum Licht als vollkommen erwiesen, nur für den von mir beobachteten Entwickelungszustand derselben halte; dagegen bleibt mir bis jetzt ganz unbekannt, ob und wie grosse Abweichungen in diesem Verhalten zum Licht in anderen Entwickelungszuständen derselben vorkommen mögen. Deswegen ist es mir auch schwer, über die widersprechenden Angaben Cohn's[1]) ein Urtheil zu fällen; nach Cohn soll Euglena viridis desto mehr dem Lichte zustreben, je grösser die Intensität des letzteren. Ich erlaube mir die Resultate Cohn's nur deshalb anzuzweifeln, weil er nicht angibt, ob er die Euglena viridis bei directem Sonnenlichte, oder im Schatten beobachtete. Hat er aber dies unberücksichtigt gelassen, so konnten ihm auch die von mir geschilderten Verhältnisse entgehen.

---

1) Cohn, Jahresbericht der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. 1863, p. 103.

Obgleich ich die Resultate Cohn's in Zweifel ziehe, so bin ich doch geneigt zu vermuthen, dass das Verhalten des Chlamidomonas und der Euglena zum Licht in verschiedenen Entwickelungszuständen variiren könne.

Folgende wenige Daten scheinen diese Ansicht wahrscheinlich zu machen: „Die jungen Volvox globator," schreibt Prof. Cienkowski[1]), „versammeln sich in dem dunkleren Theile des Gefässes; wenn sie aber in den unbeweglichen Zustand übergehen, so streben sie dem Lichte zu."

Nach Cohn[2]) „ist das Licht den Lebensthätigkeiten der schwärmenden Zellen des Protococcus pluvialis zuträglich, und sie suchen dasselbe. Daher begeben sie sich stets an die Oberfläche des Wassers und an die Ränder des Gefässes." „Bei den Fortpflanzungsacten dagegen, und wenn sie in den ruhenden Zustand überzugehen im Begriffe sind, scheinen die beweglichen Protococcus-Zellen das Licht zu fliehen; wenigstens suchen sie alsdann gewöhnlich den Boden des Gefässes."

Beide Citate zeigen deutlich, dass bei diesen Organismen in dem Verhalten zum Licht Veränderungen auftreten, welche aber bei beiden ganz verschieden ausfallen. Volvox fliehet das Licht in der ersten Periode seiner Entwickelung, indem er zu demselben nur bei dem Uebergange in den unbeweglichen Zustand hinstrebt. Protococcus pluvialis bewegt sich dagegen zum Licht nur in den ersten Stadien der Entwickelung, fliehet aber dasselbe vor dem Uebergange in den unbeweglichen Zustand. Diesen beiden einzigen und entgegengesetzten Angaben zufolge ist es gegenwärtig nicht einmal der Analogie nach möglich, irgend eine Vermuthung über die bei Chlamidomonas und Euglena während ihrer verschiedenen Stadien möglichen Veränderungen im Verhalten zum Lichte zu äussern. Nur wenige, von den beschriebenen abweichende, wenn auch äusserst selten beobachtete Erscheinungen weisen auf solche hin. So z. B. die einmalige Bildung eines ziemlich breiten Streifens auch im directen Sonnenlichte, oder eines einzigen an der Lichtseite in der Untertasse, welche, mit Newa-Wasser gefüllt, im Schatten stand.

Diese Abtheilung will ich nun mit einigen Bemerkungen schliessen, welche ich in Bezug auf Beobachtung der Zoosporenbewegung, meinen Untersuchungen zufolge, zu machen mich berechtigt fühle. Die auffallende Analogie zwischen Chlamidomonas, Euglena und Zoosporen

1) Cienkowski, Ueber niedere Algen und Infusorien. (Russisch.) 1856, p. 40.

2) Cohn, Nov. Act. Acad. C. L. C. T. XXII p. 719, und ibidem p. 720.

lässt auch bei den letzteren ähnliche Verhältnisse zum Lichte vermuthen. Die bisher gemachten Erfahrungen erfordern daher eine gänzliche Umarbeitung. Um über die Bewegung der Zoosporen ein sicheres Resultat zu bekommen, ist es unumgänglich, folgende Umstände genau zu berücksichtigen: 1) die Intensität des Lichtes; 2) die Flüssigkeit, in welcher die Experimente angestellt werden; 3) die Neigung der Gefässwände; 4) müssen die Experimente nur an vollkommen klaren Tagen angestellt werden, denn es genügt eine nur augenblickliche Beschattung, z. B. durch eine vorübereilende Wolke, um die Gruppirung der grünen Masse zu ändern; 5) die Beobachtungen müssen nur in Gefässen, nicht im Tropfen gemacht werden. Da es nun, der Analogie nach, ziemlich wahrscheinlich wird, dass auch bei den Zoosporen das grösste Streben gegen das Licht im Lichte mittlerer Intensität stattfindet, so kann dabei die hellste Stelle des Tropfens nicht mit der Stelle des den beobachteten Zoosporen am meisten entsprechenden Lichtes zusammenfallen; und da es geradezu unmöglich ist, die Lage des letzteren im Tropfen zu bestimmen, so fällt damit auch die Berechtigung, aus der Lage der grünen Masse in Tropfen auf ihr Verhalten gegen das Licht zu schliessen, weg.

Oscillatoria insignis Tw.

Die grünbraunen Fäden dieser Alge sammelte ich in einem Graben bei Peterhof. Sie bedeckten theils als dunkle braune sammetartige Schicht die im Wasser befindlichen Gegenstände, theils schwammen sie als schaumige Masse auf der Oberfläche des Wassers. Es war mir interessant, auch diese Alge auf ihr Verhalten zum Lichte zu prüfen, um zu sehen, inwieweit eine Analogie mit den eben beschriebenen Organismen stattfinde.

Von keinem Forscher noch war eine Abhängigkeit der Bewegung der Oscillatorien vom Licht bemerkt, von Cohn[1]) sogar neulich ganz in Abrede gestellt worden. Desto überraschender war mir daher das von mir erhaltene Resultat, dass nicht nur die Bewegung der Oscillatoria insignis durch das Licht bedingt wird, sondern dass die Analogie mit Chlamidomonas und Euglena noch weiter geht; es hat sich nämlich gezeigt, dass die Fäden der Oscillatoria insignis nur gegen das Licht mittlerer Intensität streben, dagegen das directe Sonnenlicht ebenso vermeiden, wie die Dunkelheit[2]). Es hat sich

1) Cohn, Jahresbericht der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. 1863, p. 102.

2) Die Versuche wurden im Laufe des Monats Juni angestellt.

nur darin ein Unterschied herausgestellt, dass die Bewegung der Oscillatoria viel langsamer vor sich geht, und dass sie deshalb auch mehr Zeit braucht, um bemerkt werden zu können. Während Chlamidomonas und Euglena im Licht schon nach wenigen Minuten sich zu grünen Streifen gruppiren, brauchen die Oscillatoria-Fäden mehrere Tage, um alle herüberzuwandeln.

Um diese Verhältnisse zu beobachten, genügt es, in zwei gleiche, mit dem aus dem Graben geschöpften Wasser gefüllte Untertassen je einen Klumpen Oscillatoria-Fäden in die Mitte des Gefässes hineinzubringen, die beiden Gefässe, wie in den vorigen Versuchen, mit Bretchen zu bedecken und das eine dann ins directe Sonnenlicht, das andere in den Schatten zu stellen. Die durch das Bretchen beschatteten Oscillatoria-Fäden änderten ihre Gruppirung Anfangs in den beiden Untertassen auf ganz gleiche Weise: der im Wasser suspendirte Klumpen entsendete nach allen Seiten Büschel von Fäden aus, welche sich strahlenartig theils dem Boden des Gefässes entlang, theils auf der Wasseroberfläche ausbreiteten. Unabhängig von der verschiedenen Breite der Strahlen ging ihr Längenwachsthum bei allen in gleichem Maasse vor sich, so dass ihr Gesammtumriss, von oben gesehen, immer nahezu kreisförmig erschien. Diese Gleichmässigkeit im Hervorwachsen der Strahlen bestand aber in beiden Fällen so lange, bis sie an den Rand des vom Bretchen geworfenen Schattens gelangten. Von dieser Zeit an begannen in dem in den Schatten gestellten Gefässe die dem Lichte zugewendeten Strahlen stärker zu wachsen; bei den übrigen hörte dagegen nicht nur das weitere Wachsthum auf, sondern sie wurden allmählich eingezogen und verschwanden endlich ganz. Nach einigen Tagen waren schon im Schatten des Bretchens keine Oscillatoria-Fäden mehr aufzufinden, da sie alle schon nach dem beleuchteten Theile der Untertasse hinübergewandert waren und hier eine braune Membrane bildeten, welche sowohl die ganze Oberfläche des Wassers, als auch die Wände und den Boden, aber nur bis zum Rande des Schattens, bedeckte, wo sie plötzlich abbrach.

In der dem directen Sonnenlichte ausgesetzten Untertasse gingen ebenso Veränderungen in der Lage der Oscillatoria-Fäden, aber nur in entgegengesetzter Weise vor: die dem Lichte zugekehrten Strahlen wuchsen nur bis an den Rand des Schattens; hier hörte ihr Längenwachsthum auf. Die nach anderen Seiten gewendeten Strahlen verlängerten sich noch weiter, bis sie die ganze Oberfläche des Wassers, die Wände und den Boden des Gefässes in seinem beschatteten

Theile als ununterbrochene Schicht überdeckten. Am Rande des Schattens brach auch hier die Membrane plötzlich ab.

Am anschaulichsten lässt sich die in beiden Untertassen sich zeigende Differenz in der Lage der Oscillatoria-Fäden beobachten, wenn man gleichzeitig von den beiden Untertassen die Bretchen abhebt und dann die Gruppirung in beiden Gefässen vergleicht; sogleich fällt es auf, dass die in der ersten Untertasse durch die braune Oscillatorien-Membrane bedeckten Stellen den unbedeckt gebliebenen in der zweiten entsprechen, also die Gruppirung der Oscillatoria-Fäden in der einen Untertasse der in der anderen entgegengesetzt ist.

Durch die Umkehrung der Untertasse ist es möglich, die Oscillatoria-Fäden zu zwingen, noch ein Mal die Untertasse herüberzuwandern. Oscillatoria ist indessen für derartige Versuche bei weitem nicht so günstig wie Chlamidomonas und Euglena; die letzteren durchstreichen die Untertasse in wenigen Minuten, so dass man im Stande ist, mit ihnen während einer Stunde mehrere Experimente zu machen, wobei das zu untersuchende Material noch ganz frisch bleibt. Ein derartiges Experiment mit Oscillatoria dagegen fordert mehrere Tage, während welcher Zeit die Oscillatoria-Fäden in der Untertasse sich in nicht besonders günstigen Verhältnissen befinden, denn sie zeigen niemals eine Weiterentwickelung, bleiben dem Ansehen nach eine Zeit lang unverändert, gehen dann aber allmählich zu Grunde.

Umständlicher als in den vorigen Versuchen wurde das Verhalten der Oscillatoria zum Licht auf folgende Weise geprüft. In drei, gleich den vorigen bereitete Untertassen brachte ich gegen 9 Uhr Morgens je einen Klumpen Oscillatoria-Fäden hinein, die eine setzte ich dem directen Sonnenlichte aus, die andere stellte ich in den Schatten, die dritte in einen dunkeln Schrank. Es ergab sich Folgendes:

Untertasse im directen Sonnenlichte, 6 Uhr Abends. Die Fäden hatten sich strahlenartig gruppirt, die Strahlen waren schon ziemlich in die Länge gewachsen, der Hauptmasse nach erhoben sich die Fäden gegen die Oberfläche des Wassers, und hier waren die Strahlen am zahlreichsten. Von diesen Strahlen zweigten sich nach unten eine Menge Oscillatoria-Bündel ab, welche, den Boden der Untertasse nicht erreichend, lose herabhingen. Die auf dem Wasser schwimmende Hauptmasse war mit dem unten gebliebenen Theile der Fäden durch einen dicken Strang aus eben solchen Fäden vereinigt, welcher sich in seiner unteren Hälfte in mehrere dünnere Stränge theilte, die als Anker zum Befestigen der oberen Fädenmasse

dienten. Vor 6 Uhr Abends blieben alle Oscillatoria-Fäden noch im Schatten. Um 7 Uhr dagegen waren einige Fäden nach dem beleuchteten Theile der Untertasse übergegangen. (Die Sonne verliess das Fenster gegen 4 Uhr Abends; gegen diese Zeit wurde auch das Wetter trübe.)

Als ich nun die Oscillatoria am vierten Tage beobachtete, fand ich, dass ihre Fäden wie in den vorigen Versuchen als fortlaufende braune Membrane den ganzen beschatteten Theil der Untertasse bekleideten. Nur sehr wenige Fäden fand ich in dem beleuchteten Theile der Untertasse vor.

NB. Die Bewegung der Oscillatoria in der Nacht muss äusserst langsam sein, denn niemals ist es mir in der Nacht gelungen, zu beobachten, dass ihre Fäden den ganzen, am Tage von der Sonne beschienenen Theil der Untertasse eingenommen hätten; nur um ein Weniges fand ich sie immer über die Grenzlinie des Schattens vorgerückt.

Die Untertasse im Schatten, 6 Uhr Abends. Die Lage der Fäden war auch strahlig, die Strahlen aber um die Hälfte kürzer, und daher der kleinere Durchmesser des Gesammtumrisses ganz augenfällig. Die obere Masse der Fäden war auch hier mittelst eines dicken Stranges mit den unten gebliebenen Fäden vereinigt. Von den auf der Oberfläche des Wassers sich ausbreitenden Strahlen zweigten sich auch hier kleine Stränge von Fäden nach unten ab, aber sie waren um Vieles kürzer und dabei viel weniger zahlreich. Am vierten Tage waren schon alle Fäden, wie in den vorigen Versuchen, in den beleuchteten Theil der Untertasse hinübergewandert.

Die Untertasse im Dunkeln, 6 Uhr Abends. Die strahlige Anordnung war sehr wenig ausgebildet. Aus der Hauptmasse waren nur sechs kurze und dicke Stränge hervorgewachsen, welche sich am freien Ende pinselartig ausbreiteten. Sie blieben alle auf dem Boden der Untertasse liegen; auf der Oberfläche des Wassers waren gar keine Oscillatoria-Fäden zu sehen. Am vierten Tage fand ich einige wenige Fäden über den Boden der Untertasse ausgebreitet, die meisten dagegen ganz unverrückt. Auf der Oberfläche des Wassers waren auch jetzt noch keine Oscillatoria-Fäden zu sehen.

NB. Am Anfang des Versuchs bemerkte ich, dass im dunkeln Schrank alle Stränge sich nach einer Seite richteten. Eine genauere Untersuchung liess mich in dieser Richtung im Schranke einen engen Spalt erkennen. Als ich aber den Spalt verdunkelte, verschwand

auch die einseitige Richtung der Strahlen, und sie erschienen nach allen Seiten hin gleich.

Als Resultate dieser Versuche lassen sich folgende Sätze aufstellen:

1) Die Bewegung der Oscillatoria insignis Tw. wird hauptsächlich durch das Licht bewirkt.
2) Im Dunkeln findet auch eine Bewegung der Fäden statt, aber nur eine ganz langsame.
3) Die Oscillatoria-Fäden streben nur gegen das Licht mittlerer Intensität zu. Das directe Sonnenlicht aber vermeiden sie ebenso, wie die Dunkelheit.

B. Die Wirkung des Kerasin-Lampenlichtes auf Spirogyra orthospira Näg.

Nachdem es mir gelungen ist, in der keimenden Kresse[1]) mittelst des Kerasin-Lampenlichtes alle die Erscheinungen zu erzeugen, welche unter dem Einflusse des Tageslichtes beobachtet worden sind, so hoffte ich auch, in Spirogyra-Zellen durch das künstliche Licht analoge Veränderungen hervorzurufen.

Für meine Versuche gebrauchte ich die Spirogyra orthospira, welche, im Sommer gesammelt, sich in meinem Aquarium lebenskräftig erhalten hat.

Die Structur der Spirogyra-Zellen ist so vielfach und vollständig behandelt worden, dass ich diesen Gegenstand ganz übergehen will und mich nur mit der Hinweisung auf die Werke von Al. Braun[2]), Pringsheim[3]) und De Bary[4]) begnügen. Die Zellen, wie ich sie in dem Aquarium vorfand, habe ich in der Fig. 1 wiedergegeben. Die Chlorophyllbänder waren fast vollkommen stärkefrei; nur ganz kleine Körner konnte ich in ihnen nachweisen.

Ich zerschnitt die Fäden in kleine Stücke und versetzte sie in einer Untertasse mit Wasser in das volle Lampenlicht, in den Focus des Reflectors.

Zu allen diesen Versuchen gebrauchte ich eine grosse Laterne, der ich die Form eines viereckigen Kastens geben liess (90 Cent. hoch,

---

1) Siehe meine Abhandl. in den Mém. de l'Acad. Impér. de St. Pétersbourg: Die Wirkung des Lichtes auf das Wachsen der keimenden Kresse. T. VIII No. 15, 1865.

2) Die Verjüngung von Al. Braun. p. 257—264.

3) Pflanzenzelle von Pringsheim. 1854, p. 31 u. 32.

4) Die Conjugaten etc. von De Bary. 1858, p. 2.

59 Cent. breit und 44 Cent. tief), mit dachförmiger oberer Bedeckung und einem grossen Ableitungsrohr, das ich in den Schornstein einführte. Die hintere Wand der Laterne war doppelt, und ihren beiden Seiten entlang mit grossen Löchern zur Ventilation durchbohrt; die beiden Blechplatten griffen aber in der Art mit ihren Rändern in einander, dass ungeachtet der Löcher doch kein Licht durch diese hintere Wand hindurchdringen konnte. An der vorderen Seite, in deren unterem Theile war in der Mitte ein breiter Ausschnitt gemacht, welcher 35 Cent. Höhe und 18 Cent. Breite betrug und also folglich ohngefähr bis zur Mitte der Höhe der vorderen Wand der Laterne reichte. Längs dieses Ausschnitts war auch die vordere Seite der Laterne doppelt. Der Ausschnitt wurde durch eine Blechplatte verschlossen, welche mit ihren Rändern in der doppelten vorderen Wand festgehalten wurde. Diese Platte konnte nach Oben verschoben werden, so dass der ganze Ausschnitt blossgelegt wurde und ebenso nach Belieben heruntergelassen werden, und in dieser Lage liess die Platte gar kein Licht durch. In den beiden Vorderecken der Laterne brannten die Lampen; der Höhe ihrer Flamme entsprechend, wurden vier Seitenöffnungen angebracht, an jeder vorderen Ecke zu zwei. Das Licht jeder Lampe wurde also nach zwei gegeneinander rechtwinkligen Richtungen geleitet. Auf diese Weise konnte ich gleichzeitig mit 4 Präparaten der Spirogyra experimentiren. Ich verstärkte das Licht mit Sammellinsen, die ich, in Blechröhren eingefasst, in den Seitenöffnungen der Laterne anbrachte. In der Laterne selbst befestigte ich in einer passenden Entfernung gegenüber einer jeden der vier Oeffnungen einen sphärischen Reflector. Das durch die Sammellinse hindurchgegangene Licht lenkte ich ausserhalb der Laterne mittelst eines zweiten sphärischen schräg angebrachten Reflectors nach Unten ab, indem ich es dabei noch stark concentrirte. Ich brachte im letzteren Falle die Strahlen der Lampe zu solch einer bedeutenden Concentration, dass die darunter gebrachten Kressen, die frisch gekeimt waren, und deren Samenlappen noch in den Schalen des Samens verborgen waren, binnen 2—3 Stunden austrockneten [1]); von der nassen Erde aber zogen sich nach Oben Ströme von Wasserdampf. Ebenso gingen auch die Algen bei dieser Temperatur zu Grunde. Der Thermometer zeigte beinahe 40 Cels. an. Um dieses starke Licht zu gebrauchen, musste ich die Wärmestrahlen abzuhalten suchen, ohne die Intensität der Lichtstrahlen zu sehr zu

1) Famintzin, Die Wirkung des Lichtes auf das Wachthum der keimenden Kresse. Mém. de l'Acad. de St. Pétersb. 1865. T. VIII. [illegible]).

vermindern. Ich erlangte dies dadurch, dass ich zwischen die Oeffnung der Laterne und den sphärischen Reflector ein Glasgefäss mit parallelen Wänden mit Wasser gefüllt stellte. Dem Ansehen nach wurde die Leuchtkraft der Lampe nicht bedeutend verändert, die Wärmestrahlen aber fast gänzlich abgehalten, so dass das Thermometer, in den Focus des Reflectors gebracht, nur um 2 ° Cels. mehr als in der umgebenden Luft zeigte.

Gleichzeitig mit diesen Experimenten führte ich eine ganze Reihe von Versuchen über die Wirkung des farbigen Lampenlichtes aus. Ich liess das Licht durch Lösungen von Kupferoxydammoniak und saurem chromsaurem Kali hindurchgehen. Ich vergewisserte mich über den richtigen Grad der Concentration meiner Lösungen folgendermaassen: Ich stellte vor das Lampenlicht einen Schirm mit einem feinen Spalt und erhielt durch ein Prisma ein Spectrum des Lampenlichts. Dann brachte ich die Lösungen zwischen das Prisma und das Auge. Auf diese Weise konnte ich beobachten: 1) ob die einen Strahlen vollkommen abgehalten waren, 2) inwieweit die durch die Flüssigkeit hindurchgegangenen Strahlen geschwächt wurden, so dass ich danach die Concentration der Flüssigkeiten regeln konnte. Das Lampenlicht wird beim Hindurchgehen durch diese farbigen Lösungen verändert: durch das Wasser und das Glasgefäss wird es, wie ich es schon gezeigt habe, seiner meisten Wärmestrahlen beraubt; ausserdem aber werden durch das saure chromsaure Kali alle chemischen und alle brechbareren leuchtenden Strahlen bis zu den grünen absorbirt; durch Kupferoxydammoniak aber von den leuchtenden die weniger brechbaren aufgehalten, bis zu den grünen, die nur theilweise diese Flüssigkeit durchdringen. Das durch eine Lösung von saurem chromsaurem Kali durchdringende Licht enthält also fast nur leuchtende Strahlen und von diesen nur die weniger brechbaren; das durch eine Lösung von Kupferoxydammoniak aber nur die stärker brechbaren leuchtenden Strahlen und wahrscheinlich auch viele chemische.

In dieser Arbeit habe ich Spirogyra orthospira sowohl am Licht, als im Dunkeln untersucht. Ich cultivirte sie in reinem Newa-Wasser, welches ich täglich wechselte.

Die Zellen der Spirogyra waren im Aquarium vollkommen lebenskräftig; der ganzen Länge der Zelle nach zogen sich die Chlorophyllbänder; in der Mitte jeder Zelle war der grosse Zellenkern gelegen. Stärkemehl war in den Zellen nur spurweis vorhanden (Fig. 1). Als diese Zellen der Wirkung des Lampenlichtes aussetzte, so

bildeten sich in den Chlorophyllbändern Stärkekörner in sehr kurzer Zeit. Schon nach 24 Stunden fand ich die Chlorophyllbänder mit Stärke überfüllt (Fig. 2).

Um nun zu erfahren, in wie viel Zeit die erste Spur der Stärkebildung bemerkbar wird, stellte ich folgenden Versuch an. Ich versetzte mehrere Spirogyra-Fäden aus dem Aquarium ins Dunkel und hoffte, nach der Analogie der an den Phanerogamen gemachten Beobachtungen, dadurch ein vollständiges Verschwinden der Stärkekörner zu bewerkstelligen. Dies gelang mir auch vollkommen; nach 48 Stunden konnte ich in keiner Zelle auch nur eine Spur von Stärke nachweisen. Ich wählte unter diesen einen langen Spirogyra-Faden aus und zerschnitt ihn in Stücke; eines untersuchte ich mit Jod, um mich nochmals von dem gänzlichen Mangel an Stärke zu überzeugen. Die anderen setzte ich der Wirkung des vollen Lampenlichtes aus. Nach 15 Minuten behandelte ich eines der Stücke mit Jod, konnte aber noch keine Stärkebildung nachweisen. Nach 30 Minuten dagegen trat die Reaction des Jodes auf Stärke unzweifelhaft hervor. Nach einer Stunde hatten sich schon Gruppen kleiner Stärkekörner gebildet. Ich wiederholte diesen Versuch mehrere Male und immer mit demselben Erfolg.

Wird der Spirogyra-Faden längere Zeit dem Lampenlichte ausgesetzt, so gehen in ihm folgende Veränderungen vor: In den ersten 48 Stunden werden die Chlorophyllbänder mit Stärke überfüllt, wie ich es schon bemerkt habe. Dann gehen die meisten Zellen eine Theilung ein. In den meisten Zellen behalten die Chlorophyllbänder ihre Form und Lage bei (Fig. 4); in anderen dagegen ballen sie sich zu Kugeln (Taf. I, Fig. 3) oder zu unregelmässigen Massen zusammen. Dabei wird aber in diesen Zellen die Anordnung des Plasma nicht gestört; der Primordialschlauch bleibt der Zellenwand überall anliegend und die Chlorophyllmasse mit dem Kerne durch Plasmastränge verbunden. Anfangs gelang es mir nicht die Fäden länger als zwei Wochen lebendig unter dem Lampenlichte zu erhalten. Die Zellen starben in dieser Zeit ab; die Chlorophyllbänder wurden dabei ganz farblos und behielten auch noch dann den ganzen Stärkevorrath. Diese Veränderungen der Spirogyra-Zellen habe ich in meiner früheren Arbeit beschrieben[1]). Erst nachdem das Manuskript schon zum Drucken abgegeben war, gelang es mir, Spirogyra-Fäden einen ganzen Monat lang unter dem Lampenlichte lebendig zu erhalten. In

1) A. Famintzin, Melanges biologiques de l'Acad. Imper. d. Sc. de St. Petersb. T. V (1865).

diesen Fäden habe ich beobachtet, dass die Stärkekörner wieder allmählich aufgelöst werden, indem sie das Material zur Bildung der Querscheidewände lieferten; in den Zellen erschienen endlich Oeltropfen; die Chlorophyllbänder waren ganz gelb geworden. Gegen das Ende der vierten Woche wurden die Chlorophyllbänder ganz goldgelb und enthielten in den meisten Zellen schon keine Spur Stärke.

Diese Vorgänge näher zu prüfen, stellte ich mir zur Aufgabe: Es handelte sich darum:

1) Spirogyra-Fäden sowohl ins volle Lampenlicht, als auch ins Dunkel zu versetzen, um die durchs Licht bedingte Bildung der Stärke, als auch ihr Verschwinden im Dunkeln näher zu beobachten.
2) Die Zelltheilung in Beziehung auf Lichtwirkung zu studiren.
3) Zu prüfen, ob die dem Lampenlichte ausgesetzten Spirogyra-Zellen in die Länge wachsen, und wie sie sich in dieser Hinsicht im Dunkeln verhalten.
4) Die Veränderungen der Spirogyra-Zellen im farbigen Lampenlichte, im gelben (mittelst sauren chromsauren Kali's erhaltenen) und im blauen (durch die Lösung des Kupferoxydammoniak durchgegangenen) sowohl in Bezug auf Stärkebildung, als Theilung und Wachsen zu erforschen.

Zur Lösung dieser Fragen schritt ich auf folgende Weise: Ich liess Spirogyra-Fäden im Dunkeln während 24 Stunden verweilen, und, da die Stärkekörner vollständig verschwunden waren, schnitt ich von diesen Fäden 12 Stück von verschiedener Länge ab: vier ungefähr 10 Millim. lang, vier zu 7 Millim., und die vier übrigen zu 4 Millim. Ich vertheilte sie darauf in 4 Untertassen mit Wasser; in jedes Gefäss legte ich 3 Fäden von verschiedener Länge, die also leicht zu unterscheiden waren. Ich zählte die Zellen in jedem der 12 Fragmente und notirte noch ausserdem bei 100maliger Vergrösserung die Zahl der die Länge einer jeden Zelle bedeckenden Theilungen des Ocularmikrometers. Ich suchte noch zufällige Unterschiede in den beiden Enden eines jeden Fadens auf, indem ich sowohl auf die Zahl der beim Schneiden verletzten Zellen, als auch auf die Grösse der abgerissenen Membranstücke acht gab, und konnte also jede beliebige Zelle bequem auffinden. Die eine dieser Untertassen versetzte ich ins volle Lampenlicht, die zweite in blaues Licht, die dritte in gelbes, die vierte ins Dunkel. In jeder Portion enthielten die 3 Fäden zusammen ungefähr 50 Zellen.

Ich durchmusterte die Zellen jeden anderen Tag, maass jedes

Mal alle Zellen und war also im Stande, während der ganzen Versuchsdauer die Veränderungen in einer jeden der 200 Zellen mit Bestimmtheit anzugeben.

Ich gelangte zu folgenden Resultaten:

1) Die Stärkebildung fand eben so rasch wie in den früheren Versuchen, sowohl im vollen, als im gelben Lampenlichte statt. Im blauen Lichte und im Dunkeln war keine Spur von Stärke zu bemerken.

2) Mit der Stärkebildung trat auch die Zelltheilung ein, im weissen und im gelben Lichte. Im Dunkeln blieb die Zelltheilung ganz aus; im blauen Lichte hatten sich nur 2 Zellen, jede ein Mal, getheilt. Bemerkenswerth ist es noch, dass, indem die Stärkebildung gleichzeitig und in gleichem Maasse in allen gesunden Zellen auftrat, die Zelltheilung dagegen auf bestimmte, wenn auch zahlreiche Zellen beschränkt blieb, welche, wenigstens dem Ansehen nach, von den sich nicht theilenden Zellen durch nichts zu unterscheiden waren. Wenn man in der beigegebenen kleinen Tabelle die Zahl der in jedem Fragmente sich getheilt habenden Zellen berücksichtigt, so sieht man, dass sie nicht der Zellenzahl proportionell vertheilt auftreten. Es würde daher das Ausbleiben der Zelltheilung im blauen Lichte und im Dunkeln nicht nur als Folge des Mangels gelber Strahlen, sondern als individuelle Verschiedenheit der Fäden aufgefasst werden können. Um diesen Einwurf zu entkräften, versetzte ich die Fäden, welche im blauen Lichte 9 Tage zugebracht hatten und obwohl ohne Spur von Stärke, doch vollkommen lebendig sich erhielten, ins volle Lampenlicht. Die Stärkebildung trat in ihnen sogleich auf und mit ihr auch die Zelltheilung. Wie lebhaft sich die Zellen theilten, ist aus der beigegebenen Tabelle zu ersehen. — Für die im Dunkeln cultivirten Fäden gelang es mir nicht, diesen Beweis zu liefern, da sie, wie ich später zeigen werde, obwohl noch lebendig, doch schon sehr alterirt waren. Unter das volle Lampenlicht versetzt, bildeten sie zwar alle in sich Stärke, aber nur in schwachem Grade, keine von ihnen gelangte zur Theilung, und am 4ten Tage waren sie alle abgestorben. Dass das Ausbleiben der Theilung der im Dunkeln gelassenen Zellen auf Lichtmangel beruht, werde ich weiter unten zeigen.

NB. Die Zellenlänge ist in dieser und allen nachfolgenden Tabellen in Theilungen des Ocular-Mikrometers angegeben.

Tabelle der Zelltheilungen.

	im vollen Lampenlichte.	im gelben Lichte.	im blauen Lichte.	im Dunkeln.
27. Nov.	(9, 16, 21) 46	(8, 14, 23) 45	(10, 16, 17) 43	(12, 17, 28) 57
29. Nov.	(13, 16, 21) 50	(8, 15, 27) 50	43	57
1 Dec.	(13, 19, 29) 61	(14, 24, 43) 81	(12, 16, 17) 45	57
3. Dec.	61 (Die meisten Zellen abgestorben.)	(14, 25, 45) 84	45	57
6. Dec.	Alle Zellen abgestorben.	(16, 31, 46) 93	45	57
			Am 6. December wurden die Zellen in volles Lampenlicht versetzt.	
8. Dec.	. . . .	. . . .	(15, 17, 24) 56	57
10. Dec.	. . . .	(17, 34, 56) 107 (Die meisten Zellen abgestorben.)	(17, 29, 30) 76	Alle Zellen abgestorben.
12. Dec.	. . . .	. . . .	(17, 29, 31) 77	—

Anmerkung 1. Die kleinen zu drei in einer Reihe stehenden Ziffern bezeichnen die Zahl der Zellen in den drei Fragmenten; die unter ihnen angebrachte grössere Ziffer die Summe der Zellen in allen 3 Fragmenten.

Anmerkung 2. In mehreren derartigen vergleichenden Versuchen starben die Zellen der Spirogyra im vollen Lampenlichte rascher ab als im gelben; wodurch dieses bedingt wird, weiss ich nicht anzugeben.

3) Die meisten Zellen erstreckten sich auf 15 bis 35 Ocular-Mikrometertheilungen, was einer Länge von 0,16 bis 0,33 Millim. entspricht; kürzere, auf 5 bis 6 Theilungen nur sich erstreckende Zellen habe ich ausschliesslich nur unter den sich im gelben und vollen Lampenlichte getheilt habenden Zellen beobachtet. Die meisten Zellen, sowohl im Licht, als im Dunkeln, zeigten einen nur geringen Zuwachs von 1 bis 2 Theilungen, wenige bis auf 3 oder 4 Theilungen des Ocular-Mikrometers. Ein stärkeres Wachsen konnte ich nur an 5 Zellen im gelben Lichte beobachten, welche aber von allen übrigen sich dadurch unterschieden, dass sie sich mehrfach theilten, indem alle anderen

entweder gar keine, oder nur eine Theilung eingingen. Die Zahl und Zeit der Theilung dieser Zellen, sowie auch ihren Zuwachs, habe ich in der Tabelle zusammengestellt.

27. Novbr.	29. Novbr.	1. Decbr.	3. Decbr.	6. Decbr.
22	{11 11}	11 11	{7 7} {7 7}	11 11 11 11 = 44
25	25	{13 12}	14 14	{9 8} {8 8} = 33
24	24	{12 13}	12 {6 7}	{9 6} 9 10 = 34
27	28	{14 14}	14 14	{9 8} {9 9} = 35
25	25	{13 12}	13 12	{9 7} {8 7} = 31

4) Die Spirogyra-Fäden im blauen Lichte und im Dunkel, in dem Ausbleiben der Stärkebildung und Zelltheilung übereinstimmend, zeigten sich dagegen in dem Verhalten ihrer Chlorophyllbänder verschieden: im blauen Lichte hatten die Chlorophyllbänder ihre wellenförmigen Umrisse, ihre Form und Länge erhalten, sie zeigten sich den im Aquarium lebenden ganz gleich, nur ohne Stärke; sie lagen der Wand der Zelle an, und die letztere an Länge übertreffend, waren sie verschiedenartig gekrümmt und gebogen. Im Dunkeln waren die Chlorophyllbänder schmäler geworden, hatten ihre unregelmässig gekerbten Umrisse verloren, statt dessen aber einen glatten Rand und perlschnurartige Einschnürungen bekommen (Fig. 5). Sie langten in keiner Zelle mehr bis an ihre beiden Enden, obgleich sie in vielen Zellen gerade gestreckt waren. Dieses bedeutende Zurückweichen der Chlorophyllbänder von den Enden der Zelle könnte sowohl durch das Wachsen der Zelle, als auch durch das [illegible]

ziehen der Chlorophyllbänder erklärt werden. Die von mir vollführte Reihe der Längenmessungen der Zellen gab mir ein sicheres Mittel in die Hand, darüber ins Klare zu kommen. Es stellte sich nun heraus, dass das Zurückweichen der Chlorophyllbänder in allen Zellen viel bedeutender war, als der Längenzuwachs der Zelle, und sogar in den Zellen beobachtet wurde, die gar keinen Zuwachs zeigten und also nicht durch Dehnung der Zelle, sondern durch Contraction der Chlorophyllbänder verursacht wurde. Folgende Messungen führe ich als Beispiel an:

Länge der Zellen am Anfange d. Versuchs am 27. November.	Länge der Zellen am Ende d. Versuchs am 6. December.	Abstände der Chlorophyllbänder von den Zellenden a und b.					
		Chlorophyllband Nr. 1.		Chlorophyllband Nr. 2.		Chlorophyllband Nr. 3.	
Th. d. Oc.-M.	Th. d. Oc.-M.	Ende a.	Ende b.	Ende a.	Ende b.	Ende a.	Ende b.
17	18	1½	2	1½	2	—	
16	18	2	2½	2	2½	4	2
21	21	6	2	6	1½	2	7
22	22	4	3	2	10	5	5
18	22	6	5	7	4	—	
18	20	3	4½	2½	3	5	2

Aus dieser Tabelle sieht man, dass in den 21 und 22 Theilungen langen Zellen, welche gar nicht gewachsen waren, starke Contractionen der Chlorophyllbänder stattfanden: in der ersten bis auf 8 Theilungen, also über $^1/_3$ der ganzen Zellenlänge; in der zweiten auf 12 Theilungen, also über $^1/_2$ der ganzen Zellenlänge.

In solchem contrahirten Zustande befanden sich die Chlorophyllbänder, als ich sie ins volle Lampenlicht versetzte. Diese Zellen erzeugten doch, wie ich es schon früher angegeben habe, Stärkemehlkörner in ihren Chlorophyllbändern, obwohl in geringer Menge. In wenigen Zellen dehnten sich unter dem Einflusse des Lichtes die Chlorophyllbänder wieder bedeutend aus, sowohl in die Länge, als in die Breite und bekamen wieder stark gekerbte Umrisse. In den meisten Zellen dagegen hatte sich im Lichte um jedes Chlorophyllband eine membranartige Umhüllung gebildet (Fig. 6), in welcher die grüngefärbte Masse wie zusammengedrückt und theilweise auch gewunden erschien, öfters auch in mehrere Partien sich sonderte. Alle aus dem Dunkeln ins Licht versetzte Zellen starben bald ab, da sie wahrscheinlich in diesem Zustande den plötzlichen Uebergang ins s Licht nicht zu ertragen vermochten.

Obgleich aus dem beschriebenen Versuche zu ersehen ist, dass in erster Instanz die Stärkebildung, dann aber auch die Zelltheilung nur unter Mitwirkung gelber Strahlen eingeleitet wurden, so blieb es doch unentschieden, ob die Zelltheilung unmittelbar durch gelbe Strahlen, oder mittelbar durch vorläufige Stärkebildung hervorgebracht wurde. Die letzte Ansicht schien mir wahrscheinlicher, weil sie sowohl mit den Angaben von Al. Braun[1]), welcher die ersten Anfänge der Theilung der Spirogyra sogar nur in den frühesten Morgenstunden, oder an den vor Sonnenaufgang in Weingeist gelegten Exemplaren beobachten konnte, als auch mit allen über Zelltheilung bei Phanerogamen gemachten Beobachtungen im Einklang stand. Dieser Ansicht nach würde sich das Ausbleiben der Zelltheilung der Fäden im blauen Lichte und im Dunkeln im vorigen Versuche einfach durch Mangel an Material zur Zellstoffbildung erklären.

Um diese Ansicht zu prüfen, setzte ich mehrere Stücke Spirogyra dem vollen Lampenlichte während 48 Stunden aus, bis die Chlorophyllbänder sich mit Stärke gefüllt hatten; dann suchte ich 6 Stücke aus, maass alle ihre Zellen und brachte 3 Fäden ins Dunkel, die anderen 3 wieder ins volle Lampenlicht. Nach 48 Stunden zählte ich die Zellen in allen 6 Stücken und erkannte, dass eine lebhafte Theilung sowohl vom Lampenlichte beleuchteter als ins Dunkel versetzter Zellen stattfand, und folglich die Zelltheilung bei vorhandenem Material zur Bildung der Querwände auch im Dunkeln zu Stande kommt. Im Lichte schien jedoch die Zelltheilung energischer aufzutreten, als im Dunkeln. Folgende Tabelle enthält die beobachteten Zahlen der Theilungen:

	Zahl der Zellen im Dunkeln.	Zahl der Zellen im Lichte.
4. December	(12, 28, 28) 68	(17, 20, 30) 67
6. „	(14, 30, 36) 80	(19, 30, 41) 90
9. „	(17, 34, 54) 105	(19, 40, 61) 120
12. „	(17, 35, 54) 106	(28, 47, 71) 146

An diesen ins Dunkel versetzten Zellen sowohl, als auch an an-

1) Al. Braun. Verjüngung p. 241.

deren, die ebenso behandelt wurden, beobachtete ich die Resorption der am Lichte gebildeten Stärke. Nach 24 Stunden war noch keine Verminderung der Stärke bemerkbar; erst nach 3 bis 4 Tagen konnte ich eine bedeutende Resorption der Stärke nachweisen; nach 8 Tagen fand ich noch in den Zellen reichlich Stärke. Die Stärkebildung erfolgte also viel rascher als ihre Auflösung.

Ich will nun diese Mittheilung mit der Bemerkung schliessen, dass ich die hier beschriebenen Veränderungen in den Spirogyra-Zellen nicht als einen normalen Entwickelungsgang ansehe, sondern sie den Wachsthums- und Ernährungserscheinungen gleichsetze, welche bei den Phanerogamen während der Cultur im durchglüheten Boden oder in destillirtem Wasser beobachtet wurden. Aus dem regelmässigen Untergehen aller den Versuchen unterzogenen Zellen sowohl, als auch aus der Art ihres Absterbens glaube ich mich berechtigt, die beobachteten anormalen Erscheinungen dem Mangel an Ernährungsmaterial zuzuschreiben. Ich bin jetzt damit beschäftigt, durch Zusatz von verschiedenen Mineralsalzen zum Wasser eine normale Entwickelung zu erzwingen.

In dieser Mittheilung hatte ich mir zunächst nur die Aufgabe gestellt, die in den beschriebenen Verhältnissen stattfindenden Veränderungen zu studiren.

Die erhaltenen Resultate stimmen ganz mit den an Phanerogamen erlangten überein, was vollkommen klar aus der folgenden Zusammenstellung einleuchten wird:

Spirogyra orthospira Näg.	Phanerogamen.
1) Stärkekörner bilden sich unter Lichtwirkung ausschliesslich in den Chlorophyllbändern.	1) „Die Chlorophyllkörner sind der einzige und ausschliessliche Ort, wo Stärke aus unorganischem Material erzeugt wird." (Sachs, Bot. Zeit. 1862, Nr. 44 p. 372.)
2) Die in dem Chlorophyll der Zellen erzeugte Stärke verschwindet, wenn man die Zellen ins Dunkel versetzt.	2) „Die im Chlorophyll am Licht vorhandene Stärke verschwindet aus jenem binnen kurzer Zeit (2—3 Tagen bei hoher Sommertemperatur), wenn die grünen Blätter dem Licht entzogen werden." (Sachs, Phys. p. 322.)
3) Wenn man Spirogyra-Zellen, die im Dunkeln ihren ganzen Stärkevorrath eingebüsst haben, wie-	3) „Dieselben Chlorophyllkörner, welche ihre Stärke im Finstern verloren haben, sind im Stande,

Spirogyra orthospira Näg.	Phanerogamen.
der ans Licht bringt, so erzeugt sich in den Chlorophyllbändern Stärke binnen kurzer Zeit aufs Neue.	binnen einigen Tagen unter dem Einfluss des Lichtes nochmals Stärkekörner zu erzeugen.“ (Sachs, Phys. p. 322.)
4) Die Bildung der Stärke wird durch das Licht in sehr kurzer Zeit eingeleitet. Es genügte, die Spirogyra-Fäden eine halbe Stunde lang zu beleuchten, um in den Zellen Stärke zu erzeugen. Binnen 24 Stunden waren die Chlorophyllbänder mit Stärke ganz gefüllt.	4) Beobachtungen über das Minimum der Zeit, in welcher unter Lichtwirkung Stärkebildung eintritt, fehlen noch gänzlich.
5) Die Erzeugung der Stärke geht nur unter dem vollen Lampenlichte und dem gelben vor; unter dem blauen wird dagegen nicht nur keine Stärke gebildet, sondern die schon vorhandene wird wie im Dunkel aufgelöst.	5) Es gibt keine directen Beobachtungen über das Verhalten der Stärke im blauen und gelben Lichte, nicht nur des Lampenlichts, sondern auch des Tageslichts. Eine vollständige Analogie ist aber auch in dieser Hinsicht äusserst wahrscheinlich, da für die Ausscheidung des Sauerstoffes, welche die Stärkebildung immer begleitet, es bewiesen ist, dass sie, wenn nicht ausschliesslich, doch vorzugsweise durch die weniger brechbareren Strahlen des Spectrums hervorgerufen wird.
6) Die Theilung der Zellen wird nicht unmittelbar durch das Licht, sondern nur als Folge der Stärkebildung hervorgerufen. In den mit Stärke erfüllten Zellen geht die Theilung auch bei völligem Lichtmangel vor.	6) „Gewiss ist wenigstens, dass der unmittelbare Einfluss des Lichtes für die allermeisten auf Zellenneubildung beruhenden Vorgänge nicht nur entbehrlich ist, sondern dass auch die überwiegende Mehrzahl derselben beständig in tiefer Dunkelheit vor sich geht; die Versuche zeigen ferner, dass manche Neubildungen durch die Abwesenheit oder Verminderung des Lich-

Spirogyra orthospira Näg.

7) Im blauen Lichte bleiben die Chlorophyllbänder auch nach neuntägigem Verweilen unverändert, obgleich sie keine Spur Stärke mehr enthalten. Im Dunkeln dagegen contrahiren sie sich sehr stark, bis auf $^1/_3$ oder sogar $^1/_2$ der Länge der Zelle. Sie werden dabei dünner, erhalten einen glatten, wellenförmigen Rand und werden perlschnurartig eingeschnürt.

8) In Spirogyra-Fäden, welche während 4 Wochen lebenskräftig unter dem vollen Lampenlichte sich erhielten, wurde die in ihnen gebildete Stärke wieder allmählich aufgelöst und zur Bildung der Querscheidewände verwendet; die Stärke wurde allmählich durch Oeltropfen ersetzt. Allmählich nahm auch das Chlorophyll in den Zellen ab und wurde endlich in allen Zellen durch ein goldgelbes Pigment vertreten.

Phanerogamen.

tes entschieden begünstigt werden." (Sachs, Physiol. p. 30.)

7) An den Phanerogamen sind keine Beobachtungen in dieser Hinsicht angestellt. Die von Sachs[1]) und Gris[2]) gemachten Beobachtungen, dass die Stärke enthaltenden Chlorophyllkörner im Dunkeln ihr Volumen verkleinern, gehören nicht hierher, da die von mir beobachteten Chlorophyllbänder schon am Anfange des Versuchs keine Stärke enthielten.

8) „Bei gewissen Entwickelungszuständen der Zellen und unter dem Einflusse solcher Bedingungen, welche die assimilirende Thätigkeit des Chlorophylls unmöglich machen, erfährt dasselbe mehr oder minder tiefgreifende Veränderungen, welche nicht nur die Form, sondern auch die Substanz selbst betreffen, und nicht selten zum völligen Verschwinden der letzteren, d. h. zu ihrer Auflösung und Fortführung in andere Gewebe und Organe führen." (Sachs, Physiol. p. 323.) „Dabei ist es eine gewöhnliche Erscheinung, dass der grüne Farbstoff in einen gelben oder einen orangen-rothen übergeht." (Sachs, Phys. p. 330.)

1) Sachs, Physiol. p. 335.

2) Gris, Recherches microsc. sur la chlorophylle. Ann. d. Sc. Nat. 1857. Chap. 4.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Fig. 1. Eine Spirogyra-Zelle aus dem Aquarium, in welcher nur Spuren Stärke vorhanden sind.

Fig. 2. Eine Spirogyra-Zelle mit Stärke vollgefüllt, nach 30stündiger Wirkung des Lampenlichtes. a Gross ausgewachsene Stärkekörner; b in Bildung begriffene Stärkekörner.

Taf. II.

Fig. 3. Eine noch lebenskräftige Spirogyra-Zelle, in der sich die Chlorophyllbänder zu unförmlichen Massen zusammengeballt haben.

Fig. 4. Eine Spirogyra-Zelle, welche schon mehrere Tage dem Lampenlichte ausgesetzt war. Sie hat sich schon durch zwei Querscheidewände in 3 Zellen getheilt. Die Stärke ist schon zum Theil wieder aufgelöst.

Taf. III.

Fig. 5. Eine Spirogyra-Zelle, nach neuntägigem Verweilen im Dunkeln. Ihre Chlorophyllbänder sind stark contrahirt.

Fig. 6. Eine Spirogyra-Zelle, welche nach neuntägigem Verweilen im Dunkeln unter das Lampenlicht versetzt, in ihren Chlorophyllbändern wieder eine feinkörnige Stärke erzeugt hat, bald aber auch zu Grunde ging. Um jedes Chlorophyllband ist ein membraniöser Sack zum Vorschein gekommen.

Die Wirkung des Lichtes auf das Ergrünen der Pflanzen.

Von

A. Famintsin.

Nachdem es mir gelungen war nachzuweisen, dass die Bewegung einiger Algen durch das Licht mittlerer Intensität am stärksten hervorgebracht werde, kam ich auf die Idee, dass auch bei den Phanerogamen analoge Erscheinungen sich finden lassen möchten. Indem ich mich nun in der vorhandenen Literatur umsah, fand ich auch bald wirklich einige Thatsachen, welche darauf zu deuten schienen, denen aber jetzt eine ganz andere Erklärung gegeben wird. Unter den vielen interessanten Entdeckungen, mit denen Prof. Sachs die Pflanzen-Physiologie bereichert hat, findet sich auch Folgendes [1]): „Legt man ein sehr dünnes Bleiband um ein etiolirtes Blatt und setzt es dem Lichte aus, so färbt sich der beleuchtete Theil grün, nur die beschattete Stelle nicht; dies geschieht aber nur dann, wenn das Bleiband sehr dicht anliegt; dringt dagegen noch hinreichend Licht unter dasselbe, und scheint die Sonne auf das Blatt, so wird die beschattete Stelle eher grün als die anderen."

Ausführlicher behandelt er diese Erscheinungen in der Flora, 1862, S. 214: Ich liess Maiskörner im Finstern keimen, und als sie die beiden ersten Blätter völlig gelb entfaltet hatten, stellte ich die Töpfe mit den Pflanzen in eine Reihe neben einander an das sonnige Fenster. Die Pflanzen des einen Topfes blieben unbedeckt der directen Sonne ausgesetzt. Die Pflanzen des zweiten Topfes wurden mit einer Glocke bedeckt, welche aus einem einfachen Bogen weissen Papiers gebildet war; die des dritten Topfes mit einer Glocke, welche aus dreifach liegendem Papier gemacht wurde. Als nach 2—3 Stunden die unbedeckten Pflanzen noch keine Spur von grüner Fär-

1) Sachs, Physiol. S. 11.

bung zeigten, begannen die mit der einfachen Glocke schon zu grünen, die unter der dreifachen Papierglocke aber waren schon sehr merklich grün, obgleich sie offenbar am wenigsten Licht erhalten hatten. Dieser Versuch wurde öfters wiederholt und dasselbe Verhalten auch bei Phaseolus vulgaris beobachtet. Noch viel überraschender ist folgende Beobachtung. Ich bedeckte einzelne Stellen der vergeilten Blätter von Maiskeimen mit Stanniolbändern, die ziemlich locker auflagen. Die Pflanzen wurden damit an die Sonne gestellt. Nach 1—2 Stunden waren alle freien Stellen noch gelb, ohne eine Spur von Grün. Die Stellen aber, welche von den Stanniolbändern bedeckt waren, zeigten sich dunkelgrün und stellten Schattenbilder der Stanniolblättchen dar. Dass auch in diesem Falle das Ergrünen durch die Verdunkelung, aber nicht durch völligen Lichtmangel erzeugt wird, geht daraus hervor, dass das grüne Schattenbild sich nicht bildet, wenn man ein dünnes Bleiband (welches sich besser anlegt) recht sorgfältig auf dem vergeilten Blatte befestigt, so dass seitlich kein Licht zwischen Band und Blatt eindringen kann."

Diesen Versuchen wurde von Prof. Sachs zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene Deutung gegeben.

In der Flora, 1862, schreibt er das raschere Ergrünen der beschatteten Pflänzchen der Verminderung der Lichtintensität zu, wie man in folgendem Satze liest: „Dass übrigens das zerstreute Tageslicht das Ergrünen rascher bewirkt als directes Sonnenlicht, ist längst bekannt."

In seinem Lehrbuch der Physiologie, 1866, S. 11, giebt er eine andere Erklärung. Das raschere Ergrünen der durch lose angelegtes Bleiband beschatteten Stelle des Blattes wird nach ihm deshalb hervorgebracht, „weil das Bleiband sich erwärmt und die höhere Temperatur selbst bei geringerem Lichte ein rascheres Ergrünen bewirken kann; so fand ich es bei Zea Mays; auf gleiche Art dürfte sich die Thatsache erklären, dass etiolirte Maispflanzen, mit einer Papierrolle bedeckt dem Sonnenlicht ausgesetzt, eher ergrünen, als ohne diese beschattende Umhüllung, welche erwärmend auf die darin enthaltene Pflanze wirkt."

Es war mir daran gelegen, diese Versuche zu wiederholen, sie aber in der Weise einzurichten, dass sie nur eine dieser Erklärungen zuliessen. Ich stellte mir also zur Aufgabe, zu erforschen, ob ein rascheres Ergrünen der beschatteten Pflänzchen nur mit Beihülfe der Erwärmung, oder auch ohne dieselbe bloss durch Verminderung der Lichtintensität hervorgerufen werden könne.

Ich wiederholte die Versuche von Prof. Sachs an Lepidium sativum, Brassica Napus und Zea Mays. Ich beschattete diese Pflänzchen aber nicht mittelst Papiertuten, oder Umwickeln mit Stanniol- und Bleiband, sondern mittelst eines vertical aufgehängten Blattes Papier, oder indem ich sie in den Schatten stellte. — In dieser Weise wurden diese Pflänzchen einem gemässigten Lichte ausgesetzt, indem sie nicht, wie in den Versuchen von Prof. Sachs, erwärmt wurden, sondern sogar an einem kühleren Orte zu stehen kamen, als die direct von der Sonne beschienenen. Nichtsdestoweniger kam auch in diesem Falle ein rascheres Ergrünen der beschatteten Pflänzchen zu Stande.

Am 1. August, um 10 Uhr Morgens, brachte ich die in drei Töpfen im Dunkeln gekeimten Pflänzchen von Lepidium sativum ans Licht: den einen Topf stellte ich ins directe Sonnenlicht, den zweiten daneben, beschattete ihn aber durch ein vertical gestelltes Blatt Papier; den dritten brachte ich in den Schatten.

Um 11 Uhr 40 Min. waren die Cotyledonen der meisten Pflänzchen im ersten Topfe noch ganz gelb; ein theilweises Ergrünen war nur an denjenigen Samenlappen zu bemerken, welche vom Lichte noch abgekehrt, oder durch benachbarte Pflänzchen beschattet, oder endlich in der Samenschale noch verhüllt waren.

In den beiden anderen Töpfen waren alle Samenlappen, ihrer ganzen Ausdehnung nach, gleichmässig grün geworden.

Am 13. August, 10 Uhr Morgens, brachte ich ans Licht vier Töpfe der im Dunkeln gekeimten Pflänzchen von Lepidium sativum und Brassica Napus. Ich stellte sie alle ins directe Sonnenlicht, indem ich aber zwei von ihnen durch ein Blatt Papier beschattete.

Um 11 Uhr 30 Min. waren die beschatteten Pflänzchen schon etwas grün geworden, im directen Sonnenlichte aber noch ganz gelb.

Gegen 2 Uhr Nachmittags hatten die ersteren eine sattgrüne Färbung bekommen; die letzteren begannen erst stellenweise zu ergrünen.

Mehrere andere in dieser Art angestellten Versuche gaben ganz übereinstimmende Resultate.

Ebenso ist es mir gelungen, ein Ergrünen der vergeilten Keimlinge von Zea Mays durch Beschatten hervorzurufen.

Die Mais-Pflänzchen waren eben so alt, wie die von Prof. Sachs beobachteten; sie hatten erst das zweite Blatt vollkommen entfaltet. Ich stellte das zweite Blatt ganz vertical, verband es an einer Stelle ringsum mit einem Stanniolblättchen, welches ich lose anlegte; in einiger Entfernung beschattete ich einen eben so grossen Raum des-

selben Blattes mittelst eines Stanniolblättchens, welches aber nicht an das Blatt befestigt, sondern an ein Stück dicker Pappe mit Siegellack angekittet war; die Pappe wurde in ein hölzernes Gestell eingeklemmt und konnte also nach Belieben dem Blatte genähert werden. Um aber jede Spur einer Erwärmung ganz unmöglich zu machen, klebte ich auf der entgegengesetzten Seite der Pappe zwei kleine und schmale Holzstäbchen an, auf die ich mittelst Siegellacks noch ein Stück Pappe befestigte.

Durch diese beiden Stückchen Pappe und die zwischen ihnen sich befindende Luftschicht war auch die leiseste Erwärmung der beschatteten Stelle des Blattes unmöglich geworden.

Um 11 Uhr Morgens wurde der Versuch begonnen.

Um 12 Uhr 30 Min. war schon ein Ergrünen der mit Pappe beschatteten Stelle des Blattes ganz deutlich zu sehen, Die freie Oberfläche des Blattes war dagegen noch ganz gelb. Gegen 2 Uhr Nachmittags war das Ergrünen der beschatteten Stelle noch intensiver geworden, die freie Oberfläche des Blattes aber noch ganz gelb. Um 2 Uhr band ich den Stanniolstreifen los; diese Stelle war, ebenso wie die durch Pappe beschattete, grün geworden.

Ich wiederholte auch diesen Versuch mit demselben Erfolge.

Durch diese Versuche fand ich also die von Prof. Sachs angegebenen Thatsachen vollkommen bestätigt. Nur seiner Art der Erklärung dieser Erscheinungen sehe ich mich genöthigt auf das Bestimmteste zu widersprechen.

Indem nämlich das raschere Ergrünen der beschatteten Pflänzchen dem gemässigten Lichte zugeschrieben werden muss, so ist auch damit bei den Phanerogamen eine Lebensfunction nachgewiesen, welche am stärksten durch das Licht mittlerer Intensität hervorgerufen wird.

Die Wirkung des Lichtes und der Dunkelheit auf die Vertheilung der Chlorophyllkörner in den Blättern von Mnium sp.?

Von

Dr. A. Famintsin.

Dass die Chlorophyllkörner an der Plasmabewegung theilnehmen und in der Zelle herumwandern, ist längst bekannt. Dagegen hat bis jetzt, so viel ich weiss, nur Boehm an den Crassulaceen den Einfluss des Lichtes auf die Vertheilung der Chlorophyllkörner beobachtet. Er bemerkte [1]) an den Pflanzen, welche in ein warmes Haus hineingebracht waren, dessen Fenster sich nach Süden öffneten, dass sämmtliche Chlorophyllkörner um die Mittagszeit stets an irgend einer Stelle, der Zellenwand anliegend, zu einer Gruppe vereinigt waren. An den Exemplaren derselben Species, welche aber im Freien standen, vermisste er eine solche Lagerung gänzlich. Es gelang ihm ferner, an Sedum sexangulare und Sedum dasyphyllum, bei denen sich die Chlorophyllkörner an der Zellwand befanden, wenn er diese Pflanzen in den heissen Julitagen den Sonnenstrahlen aussetzte, im Verlauf einer Stunde die Vereinigung der Chlorophyllkörner zu einer Gruppe hervorzurufen. Dergleichen Lageveränderungen der Chlorophyllkörner hat er auch an allen anderen untersuchten Crassulaceen (17 Gattungen und über 100 Arten) beobachtet.

In einer späteren Abhandlung [2]) setzt er hinzu: „Bei Anwendung blauer Gläser erfolgte die Gruppirung der Chlorophyllkörner ziemlich schnell; es bedurfte aber einer mehrstündigen Einwirkung, bis man ein Gleiches bei den unter einer rothen Glasplatte befindlichen Blättern bemerkte."

---

1) Boehm, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1856, S. 22. p. 511 u. ff.

2) Boehm, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1859, Bd. 37 S. 435 u. ff.

Um eine etwaige Wirkung der Wärmestrahlen auf die Bewegung des Chlorophylls zu erforschen, liess er auf geeignet gestellte und vor dem Vertrocknen geschützte Blätter die Strahlen eines schwarzen geheizten eisernen Ofens wirken, bekam aber hierbei ein negatives Resultat. Anders stellte sich die Sache heraus, wenn er mittelst einer im Kamine berussten Glasplatte mit den Sonnenstrahlen operirte, wo nach zwölfstündiger Einwirkung die Gruppirung der Chlorophyllkörner ganz deutlich war.

Als Schlussfolgerung aus allen diesen Versuchen hebt er hervor: „dass die so auffallende Erscheinung der Lageveränderung der Chlorophyllkörner durch sämmtliche Sonnenstrahlen ohne Unterschied ihrer Wellenlänge hervorgerufen werden kann."

An demselben Orte giebt er auch noch an, diese Eigenschaft der Gruppirung der Chlorophyllkörner unter Einwirkung des Sonnenlichtes auch bei einer grossen Anzahl von Saxifraga-Arten mit fleischigen Blättern beobachtet zu haben.

Diesen von Boehm erwiesenen Thatsachen schliessen sich meine an den Blättern von Mnium sp. gemachten Beobachtungen an.

Die Blattfläche von Mnium ist, wie bekannt, den Mittelnerven ausgenommen, aus einer einzigen Schicht Zellen zusammengesetzt. Wenn man nun das Blatt am Tage untersucht, so findet man, dass die platten Chlorophyllkörner dieses Mooses in den Zellen deren obere und untere Fläche bekleiden, und dass die Seitenwände der Zellen ganz frei von Chlorophyllkörnern sind. In der Nacht dagegen sieht man die Chlorophyllkörner alle auf die Seitenwände der Zellen übergewandert, so dass die obere und untere Fläche jeder Zelle, somit auch fast ihr ganzes Lumen, chlorophyllfrei erscheint und nur längs den Seitenwänden mit einer grünen Schicht senkrecht gestellter Chlorophyllkörner ausgekleidet wird. Am Morgen, gegen 6 Uhr, ist es mir an trüben Tagen gelungen, alle Chlorophyllkörner noch an den Seitenwänden anzutreffen. Durch den Spiegel des Mikroskops von unten her beleuchtet, begannen sie schon nach einigen Minuten auf die untere und obere Fläche der Zellen hervorzukriechen, und gegen 7 Uhr Morgens hatten schon alle die Tagesstellung angenommen; gegen Abend hin und in der folgenden Nacht gingen alle Chlorophyllkörner auf die Seitenwände der Zellen über und wiederholten diese Wanderung täglich.

Um diese Abhängigkeit der Ortsveränderung der Chlorophyllkörner vom Licht noch deutlicher zu veranschaulichen, bemühte ich mich, am Tage durch Verdunkelung die Chlorophyllkörner auf die

Seitenwände herüberwandern und dann wieder mittelst künstlicher Beleuchtung eine Tagesstellung annehmen zu lassen. Beides ist mir, wie ich es sogleich zeigen werde, gelungen.

Diese verschiedenartige Vertheilung der Chlorophyllkörner in den Zellen des Mnium-Blattes ist schon Schimper aufgefallen, welcher sie auch in seinen: Icones morphologicae atque organographicae auf Taf. VI, Fig. 4 u. 5 abgebildet hat. Dieser Erscheinung hat er indessen eine ganz andere Erklärung gegeben, wie aus der Beschreibung dieser beiden Figuren zu sehen ist: Fig. 4 deutet er als particula folii junioris (Mnii punctati), in quo granulorum chlorophyllaceorum formatio incipit; prima granula ad cellularum commissuras disposita vides; und Fig. 5 als particula folii perfecte evoluti ejusdem speciei, granula chlorophyllacea rite efformata denso agmine circumcirca ad cellularum parietes jacent. Dass diese Erklärung dem Thatsächlichen nicht entspricht, wird aus den folgenden Untersuchungen klar.

Vor Allem suchte ich nach Mitteln, meine Beobachtungen so einzurichten, dass es mir möglich wäre, Chlorophyllkörner in einer und derselben Zelle an einer ganz lebendigen, in möglichst normalen Verhältnissen erhaltenen Pflanze zu beobachten. Zu diesem Zwecke klebte ich mit Copallack auf eine Objectplatte neben einander zwei 25 Mill. lange, 10 Mill. breite und 1 Mill. dicke Glasstücke in der Weise auf, dass ich beide mit ihrer Fläche horizontal legte, eines aber quer über die Objectplatte, das andere längs dem Rande der Objectplatte, senkrecht zum ersten, so dass beide Glasstückchen einen rechten Winkel mit einander bildeten. Ich bestrich nun die obere Fläche dieser beiden Glasstücke am Ende des von ihnen umgrenzten Raumes mit Copallack und klebte darauf ein grosses und möglichst dünnes Deckgläschen, so dass es nur mit zweien seiner Ränder den Glasstücken anlag, mit der übrigen Fläche aber frei über den von letzteren begrenzten Raum hinüberragte. In dieser Weise erhielt ich also über der Objectplatte einen ziemlich grossen Raum, welcher nur von zwei Seiten frei mit der umgebenden Luft communicirte, überall sonst aber abgeschlossen war. In diesen Raum schob ich nun vorsichtig das beblätterte Stengelchen der zu beobachtenden Pflanze hinein. Da die Blättchen eines frei stehenden Pflänzchens vom Stengel weiter abstehen, als es der Raum unter dem Deckgläschen gestattete, so lehnten sich auch in Folge dessen die über dem Stengelchen zu stehen kommenden Blättchen an die untere Fläche des Deckgläschens fest an. Letzteres wählte ich möglichst dünn und war deshalb im Stande,

auch bei dieser Einrichtung die Beobachtungen mit der Nr. 9 von Hartnack anzustellen. Um die Wurzeln mit der ihnen anhängenden Erde möglichst feucht zu erhalten, bedeckte ich sie sammt der Erde mit einem Deckgläschen, unter welches ich einen Tropfen Wasser hineinbrachte, der auch durch die Capillarität festgehalten wurde. Um ferner die Blättchen der im Freien in feuchter Luft lebenden Pflanze vor dem Austrocknen während der Beobachtung zu schützen, habe ich ihnen mittelst einer feinen Nadel ganz kleine Tröpfchen Wasser zugeführt, ausserdem aber noch unter das Deckgläschen von der Seite her einen grossen Tropfen eingeführt, welcher in einiger Entfernung vom Pflänzchen an dem inneren Rande eines der Glasstreifen hängen blieb. Nach Beendigung jeder Beobachtung brachte ich sogleich die ganze Vorrichtung in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum.

In dieser Weise war es mir möglich, an einer vollkommen lebendigen Pflanze nicht nur eine und dieselbe Zelle mehrere Tage lang zu beobachten, sondern auch einzelne Chlorophyllkörner während mehrerer Stunden zu fixiren.

Ich habe die Beobachtungen im Herbst an Pflänzchen angestellt, welche leider nicht fructificirten, weshalb ich sie zwar nach den vegetativen Organen als zur Gattung Mnium gehörend erkannte, ohne jedoch die Species bestimmen zu können.

Die Chlorophyllkörner der von mir untersuchten Art waren sehr gross, platt und der Beobachtung äusserst günstig. Sie veränderten rasch ihre gegenseitige Stellung; am Tage aber waren ihre Bewegungen nur auf die obere und untere Fläche der Zelle beschränkt.

Ich stellte die Versuche bald mit Tages-, bald mit Lampenlicht an und gelangte zu ganz übereinstimmenden Resultaten. In beiden Fällen habe ich immer beobachtet, dass, wenn man Pflänzchen aus der Dunkelheit ans Licht bringt, schon nach wenigen Minuten einige der Chlorophyllkörner auf die obern und untern Flächen der Zelle herüberkriechen, und ungefähr nach einer Stunde trifft man sie alle dort. Viel mehr Zeit, 4 bis 5 Stunden, brauchen die Chlorophyllkörner, um in der Dunkelheit sämmtlich auf die Seitenwände der Zelle hinüberzuwandern.

In diesen, wie auch in allen folgenden Versuchen habe ich die Wanderung der Chlorophyllkörner nur durch das Licht, nicht durch Wärmestrahlen hervorgerufen, denn ich habe immer eine möglichst gleiche Temperatur im beleuchteten sowohl, wie im finstern Raume zu erhalten gesucht.

Die Wirkung verschieden gefärbter Strahlen habe ich mittelst Kerasin-Lampenlicht[1]) untersucht und Resultate erhalten, welche mit den von Boehm beschriebenen Erscheinungen nicht ganz übereinstimmen.

Ich setzte gleichzeitig drei Präparate auf den Objecttischen von drei Mikroskopen dem Lampenlichte aus; den einen stellte ich unter das volle Lampenlicht, den anderen unter das gelbe, den dritten unter das blaue. Die Präparate wurden vorher mehrere Stunden im Dunkeln aufbewahrt, und die Chlorophyllkörner hatten die Nachtstellung eingenommen. Es zeigte sich im vollen, ebensowohl wie im blauen Lampenlichte schon nach wenigen Minuten das Hervorkriechen der Chlorophyllkörner auf die obere und untere Fläche der Zellen; nach einer Stunde war die Wanderung fast sämmtlicher Chlorophyllkörner schon vollbracht. Im gelben Lichte blieben sie aber ganz unbeweglich und hatten selbst nach $1^1/_2$ Stunden noch die Nachtstellung inne. Es genügte aber dann, nur das gelbe Licht mit dem vollen Lampenlichte zu vertauschen, um die in den übrigen Präparaten beobachtete Tagesstellung eben so schnell auch hier hervorzurufen.

Der Grund der Nichtübereinstimmung meiner Resultate mit denen von Boehm wird aus der Vergleichung unserer Untersuchungsmethoden klar. Er liess directes Sonnenlicht durch rothe und blaue Kupfergläser fallen. „Die zum Experiment gewählten Blätter von Sedum spurium" legte er, wie er in der Anmerkung p. 475, Bd. 37 (1859) der Wiener Sitzungsberichte sagt, „auf eine Lage von Löschpapier, welches von Wasser, das er durch einige Stückchen Eis frisch erhielt, befeuchtet, von der betreffenden Glasplatte bedeckt und immer so gerichtet wurde, dass die Sonnenstrahlen ziemlich senkrecht darauf fielen."

Auf diese Weise hatte er aber das seitliche weisse Licht doch nicht ausgeschlossen und erhielt also in den beiden Fällen, ausser der Wirkung des homogen gefärbten Lichtes, noch die Wirkung des wenn auch schwachen weissen Seitenlichtes. Unter dem blauen Glase bekam er übereinstimmend mit mir eine rasche Ortsveränderung der Chlorophyllkörner. Hier hatte also das hinzukommende weisse Licht die Bewegung der Chlorophyllkörner nur etwas gesteigert. Unter dem rothen Glase, wo die Bewegung der Chlorophyllkörner auch bei Boehm äusserst langsam zu Stande kam, wurde sie aller Wahrscheinlichkeit

---

1) Die Beschreibung des Apparates siehe in meiner Abhandlung über die Wirkung des Lichtes auf das Wachsen der Kresse. Mém. de l'Acad. des sc. de St. Pétersb. T. VIII Nr. 15 p. 18.

nach nicht durch das rothe Licht, sondern ausschliesslich durch das hinzukommende weisse Seitenlicht hervorgerufen, wie es auch in seinem Versuche mit der berussten Platte der Fall zu sein scheint. Denn in meinen Versuchen, wo alles seitliche Licht auf die sorgfältigste Weise vermieden wurde, hat sich die Unwirksamkeit der Strahlen minderer Brechbarkeit auf die Ortsbewegung der Chlorophyllkörner ganz klar herausgestellt.

Sonderbarer Weise habe ich die hier beschriebenen Erscheinungen auch an getrockneten Herbarium-Exemplaren aller von mir durchmusterten Mnium-Arten theilweise bestätigt gefunden. Es hat sich bei ihnen allen in den Blättern eine Gruppirung der Chlorophyllkörner bloss an den Seitenwänden der Zellen erwiesen, was man auch erwarten konnte, da die Pflänzchen nur allmählich zwischen Papier, also im dunkeln Raume, eintrockneten, wobei auch in allen Zellen die Chlorophyllkörner ihre Nachtstellung behalten konnten.

Diese Ortsveränderung der Chlorophyllkörner wird nur durch das Licht beeinflusst und ist ganz unabhängig von der Stellung des Pflänzchens zum Horizont. Für das Licht hat sich dies durch das gleiche Verhalten der vertical stehenden und horizontal gelegten Pflänzchen erwiesen, für die Dunkelheit aber durch folgenden vergleichenden Versuch: Zwei ganz gleiche Pflänzchen wurden in der oben beschriebenen Einrichtung, das eine vertical, das andere horizontal ins Dunkel gestellt; nach einigen Stunden hatten die Chlorophyllkörner in beiden ihre Stellung auf ganz gleiche Weise verändert.

Das Resultat der vorliegenden Untersuchung lässt sich folgendermaassen zusammenfassen:

1) In den Blattparenchymzellen des Mnium sp. zeigen die Chlorophyllkörner in normalen Verhältnissen täglich eine periodische Wanderung, indem sie am Tage nur die obere und untere Fläche der Zelle bekleiden, in der Nacht dagegen alle den Seitenwänden der Zelle ansitzen.
2) Diese Wanderung der Chlorophyllkörner wird ausschliesslich durch das Licht bewirkt.
3) Die Tagesstellung der Chlorophyllkörner wird nur durch die stärker brechbaren Strahlen des Lampenlichtes hervorgerufen; gelbes Licht wirkt wie Dunkelheit.
4) Die Wanderung der Chlorophyllkörner ist ganz unabhängig von der Stellung des Pflänzchens gegen den Horizont und geht ebensowohl an vertical stehenden, wie an horizontal liegenden Pflänzchen in gleicher Weise vor sich.

Ueber den Gefässbündelverlauf in den Laubblattregionen der Coniferen.

Von

Herm. Theod. Geyler, Dr. ph.

(Mit Taf. IV—IX.)

Vergleicht man die auf dem Gebiete des Gefässbündelverlaufs gemachten Untersuchungen, soweit dieselben zugleich den Zusammenhang dieses Verlaufs mit der Blattstellung ins Auge fassen, mit dem in der Pflanzenwelt zur Bearbeitung vorliegenden reichhaltigen Material, so mögen allerdings die noch vorhandenen Lücken bedeutend genug erscheinen. Dies mag zum grossen Theil in den Schwierigkeiten und in der ermüdenden Gleichförmigkeit, welche derartige Untersuchungen oft genug darbieten, sowie in den häufig ungenügenden Resultaten, zu welchen man trotz aller Mühe gelangt, seinen Grund haben.

Schon frühzeitig wurde die Aufmerksamkeit der Botaniker auf das Verhalten der Gefässbündel hingelenkt. Männer wie Desfontaines[1]), Brongniart[2]), Gaudichaud[3]), v. Mohl[4]), Trécul[5]),

---

1) Desfontaines, Mémoires sur l'organisation des monocotylédones (Mém. Inst. nat. 11 prairial an IV).

2) Brongniart, Recherches sur la structure des tiges des Cycadées (Ann. d. Sc. nat. I Sér. Tome XVI. p. 389).

3) Gaudichaud, Mémoires inserés dans les Comptes rendus 1843, 1844, 1845 u. s. w.

4) v. Mohl, De structura palmarum. 1831. — Vermischte Schriften p. 108. 122. 186. 195 u. f.

5) Trécul, Ann. d. Sc. Nat. IV Sér. Tome I. p. 41 (1845) u. f.

Unger[1]), Schleiden[2]), Schacht[3]) und viele Andere lieferten für Structur, Verlauf und Bildung der Gefässbündel wichtige Beiträge. In gleicher Weise richteten L. F. und A. Bravais[4]), A. Braun[5]), C. Schimper[6]), C. F. Naumann[7]), H. Wydler[8]), Wichura[9]), O. Sendtner[10]), Ch. F. Hochstetter[11]) und Andere ihr Augenmerk auf die überraschende Regelmässigkeit in der Stellung der Blätter an den Zweigaxen. Untersuchungen jedoch, welche direct nicht bloss den Verlauf der Gefässbündel, sondern auch dessen Zusammenhang mit der Blattstellung dargethan hätten, fehlen eine geraume Zeit hindurch, obgleich in verschiedenen Schriften vielfach auf diesen Zusammenhang zwischen Blattstellung und Gefässbündelverlauf hingewiesen wurde, wie z. B. bei Nägeli[12]), Hanstein[13]), Léon Marchand[14]) und Anderen.

Schon im Jahre 1828 gab Bischoff[15]) über den Gefässbündelverlauf und dessen Zusammenhang mit der Blattstellung bei den 3 Familien der Equiseteen, Rhizocarpeen und Lycopodeen Andeutungen, welche er mit einigen Zeichnungen begleitete. Die ersten umfassenderen und auf Phanerogamen bezüglichen Untersuchungen verdanken wir jedoch Lestiboudois[16]), welcher mit Hülfe der Anatomie den Verlauf der später in die Blätter austretenden Gefässbündel auch in-

1) Unger, Ueber Bau und Wachsthum des dicotylen Stammes. — Anatomie und Physiologie (1840).

2) Schleiden, Grundzüge p. 159 u. f.

3) Schacht, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie. Bd. I. p. 307; Bd. II. p. 21 (1856).

4) L. F. und A. Bravais, Mémoires sur la disposition des feuilles (1838). — Essai sur la disposition etc. (1839).

5) A. Braun, Nova Act. Acad. Leop. Car. T. XIV. p. 195—402. — Nova Act. Leop. Vol. XV. p. 1 u. 7.

6) C. Schimper, in Flora (1835) Nr. 10—12.

7) Naumann, über den Quincunx (1845).

8) Wydler, in Schleiden und Nägeli, Zeitschr. f. wiss. Bot. Heft 3 und 4. p. 1 (1846).

9) Wichura, in Flora (1846) Nr. 15—16.

10) Sendtner, in Flora (1847) Nr. 13—15.

11) Hochstetter, in Flora (1850) Nr. 12.

12) Nägeli, in Schleiden und Nägeli, Zeitschr. f. wiss. Bot. Heft 3 u. 4.

13) Hanstein, in Linnaea (1848) XXI. p. 23. 61. 76 u. f.

14) Léon Marchand, Des tiges des Phanérogames p. 39 u. f. (1865).

15) Bischoff, Cryptog. Gewächse, 1te und 2te Lief. (1828).

16) Lestiboudois, Études sur l'anatomie et la physiologie des végétaux (1839). — Auszug daraus in Ann. d. Sc. Natur. II Sér. Tome XIV. p. 276. — Phyllotaxie Organique (Ann. d. Sc. nat. III Sér. Tome X. p. 75. 1848).

mitten des Stammes zu enträthseln versuchte. Da aber die hier gewonnenen Resultate sich nur auf eine verhältnissmässig geringe Anzahl von successiven Querschnitten zu stützen scheinen und die gelieferten Schemata etwas zu sehr construirt sind, so mögen diese sonst so reichhaltigen Untersuchungen bisweilen einer Verbesserung bedürfen. Nach Lestiboudois trat 1857 und 1858 Hanstein[1]) mit einer Reihe von Untersuchungen hervor, welche er über den Gefässbündelverlauf bei Arabis albida, Coniferen, Rubiaceen[2]), Valeria-

---

1) Hanstein, „Ueber den Zusammenhang der Blattstellung mit dem Bau des dicotylen Holzrings" in Pringsheim's Jahrb. Bd. I. p. 233, und Ann. d. Sc. nat. IV Sér. T. 8 p. 5. — Ueber „gürtelförmige Verbindungen der Blattgefässstränge im Stengelknoten und Gefässbündelvertheilung in den Cacteen". Monatsbericht der Berliner Academie (Januar 1858) und Abhandlungen der Berliner Akad. (1858).

2) Die Untersuchungen Hanstein's über die gürtelförmigen Verbindungen der Blattgefässstränge im Stengelknoten der Rubiaceen, Dipsaceen, Valerianeen und Caprifoliaceen, wie sie zum Theil schon von Lestiboudois geschildert worden sind, haben eigene Untersuchungen für die krautartigen Rubiaceen bestätigt. Dabei nimmt ein Blatt nicht immer je einen Strang auf, sondern es giebt eine Reihe von Arten, bei welchen je drei Stränge (1 Medianstrang und 2 Lateralstränge) in ein Blatt austreten. Bei den Beiblättern entspringen dann sämmtliche 3 Stränge von der gürtelförmigen Verbindung der Gefässbündel, bei den 2 Hauptblättern dagegen nur die 2 Lateralstränge. Zu diesen Rubiaceen mit 3strängiger Blattspur gehören nach meinen Untersuchungen Asperula taurina L., welcher schon Lestiboudois (Études anat. Pl. XIII; vergl. Ann. d. Sc. Nat. II. 14. p. 294. — Ann. des Sc. Nat. III. 10. p. 56) ebenfalls 3strängige Blattspuren beilegt, ferner Galium Cruciata Scop., G. boreale L. und ohne Zweifel sämmtliche von Koch in dem Taschenbuch der deutschen und schweizer Flora unter den Rotten Cruciata Tournef. und Platygalium DC. aufgeführte Arten der Gattung Galium L. Einsträngige Blattspuren für Haupt- und Beiblätter zeigen Asperula odorata L., Rubia tinctorum L., Galium purpureum L., G. Mollugo L., G. Aparine L., G. silvestre Pollich, Crucianella stylosa und Cr. suaveolens. Nägeli, welcher ebenfalls diese gürtelförmigen Verbindungen der Blattgefässstränge auch bei anderen Dicotyledonen nicht selten beobachtete, betrachtet dieselben und natürlich auch die von ihnen ausgehenden Stränge als zur Basis des Blattes gehörend. (Vergl. Nägeli, Beiträge zur wissenschaftl. Bot. H. I. p. 101. Anm.)

Alle Rubiaceen haben, wie schon Hanstein angiebt und Nägeli bestätigt, normal nur 2 Hauptblätter, welche in ihren Achseln Knospen erzeugen. Für Rubia tinctorum L. giebt zwar Lestiboudois (Ann. d. Sc. Nat. II. Tome XIV. p. 294. — Ann. d. Sc. Nat. III. 10. p. 53. Pl. III. Fig. 23) drei in ihren Achseln Knospen erzeugende Hauptblätter und zwischen je 2 von diesen ein Beiblatt an, doch habe ich hier immer nur zwei Hauptblätter und zwischen diesen je ein bis zwei Beiblätter finden können. Dabei zeigen die Wirtel der Hauptaxe vorherrschend 6 Blätter, 4 bis 5 aber nur die untersten Wirtel der Hauptaxe und die Wirtel der Nebenaxen. Einmal fand ich bei Rubia tinctorum zwei Beiblätter auf eine Strecke weit in eins verschmolzen. Dieses Doppelblatt wurde bis auf etwa $^{3}/_{5}$ seiner Länge von einem einzigen dicken Blattnerven durchzogen; dann erst spaltete sich dieser Nerv in 2 dünnere, von welchen je

neen, Dipsaceen, Caprifoliaceen und Cacteen angestellt hatte. Hanstein nahm a priori an, dass der Verlauf der Gefässbündel in der Pflanzenaxe ein vollständig senkrechter sei, was zwar ziemlich genau für die Coniferen-Arten, nicht aber für die meisten Dicotylen zutrifft, wie spätere Untersuchungen unzweifelhaft dargethan haben.

Fast zu derselben Zeit, in welcher Hanstein seine Untersuchungen veröffentlichte, erschien (im Jahre 1858) auch das erste Heft von Nägeli's „Beiträgen zur wissenschaftlichen Botanik", welches sich nicht bloss durch die Reichhaltigkeit der an Pflanzen der verschiedensten Familien gemachten Untersuchungen und die zu den genauesten Resultaten führende Methode derselben, sondern auch durch die daran geknüpften allgemeinen Betrachtungen und durch die scharfe Unterscheidung der einzelnen Gefässbündel, ihrer Structur und ihres Verhaltens auszeichnet und für alle künftigen Zeiten ein leitendes Lehrbuch für derartige Untersuchungen sein wird.

Vor Nägeli hatte schon 1855 Cramer[1]) seine Untersuchungen über den Gefässbündelverlauf bei Lycopodium Selago L. veröffentlicht; über den Gefässbündelverlauf bei Equisetum geben neben Nägeli noch Hofmeister[2]) und Cramer[3]) Nachricht; Mettenius[4]) be-

---

einer in die hier sich ebenfalls trennenden und auseinandertretenden Blattspreiten fortsetzte. Ein einziges Mal habe ich als Ausnahmefall 3 Aeste an einem Blattwirtel von Crucianella stylosa wahrgenommen.

Die Hauptblätter mit geförderten Achselknospen (Nägeli's Anfangsblätter) und ebenso diejenigen, deren Achselknospen sich erst später entwickeln (Nägeli's Endblätter) stehen in einer Spirale. Diese scheint in den meisten Fällen eine rechtsdrehende zu sein (so, dass die Axe auf der rechten Seite des aufsteigenden Beobachters zu liegen kommt); doch ist die Drehungsrichtung dieser Spirale, wenigstens nicht bei allen Arten, eine genau bestimmte. Dagegen ist die nachträgliche Drehung, welche der Stengel erleidet (wenn überhaupt deutlich hervortretend), constant der Richtung dieser Blattspiralen entgegenlaufend.

Häufig findet man bei den Rubiaceen die Erscheinung, dass die 2 Hauptblätter sich nicht genau oder auch nur annähernd genau gegenüberstehen (vergl. Nägeli a. a. O. p. 100). Einen solchen besonders schön hervortretenden Fall beobachtete ich bei Galium Mollugo L., wo in einem Wirtel auf der stärkeren Seite 4, auf der schwächeren nur 2 Beiblätter standen, so dass die stärkere Seite fast 2 mal so viel Umfang besass, als die andere schwächere.

1) Cramer, Nägeli und Cramer, Pflanzenphysiol. Unters. Heft 3 p. 10 u. 7.

2) Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen d. höheren Cryptogamen. 1851. p. 93.

3) Cramer a. a. O. p. 26.

4) Mettenius, Beitr. zur Kenntniss der Rhizocarpeen. 1846. p. 46 u. f. — Abhandlungen der math. phys. Classe der königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. vom Jahre 1864 und 1865 (über Angiopteris und Hymenophyllaceae). — Ebendaselbst auch Hofmeister, über Pteris, Polypodium, Platycerium u. s. w. (Jahrgang 1857 p. 620 u. f.).

sprach das Verhalten der Gefässe bei den Rhizocarpeen und Farrenkräutern; Hildebrand[1]) folgte 1859 mit seinen umfangreichen an 128 Arten angestellten Untersuchungen über die Stämme der Begoniaceen; A. Kirchoff[2]) gab 1861 eine kleinere über den Gefässbündelverlauf bei Lamium purpureum L. handelnde Arbeit. Das Jahr 1864 brachte wiederum eine Arbeit Nägeli's[3]) über die Stämme der Sapindaceen und die ausführlichen Untersuchungen A. B. Frank's über Verlauf, Structur und Bildung der Gefässbündel von Taxus baccata L.[4]) und Quercus pedunculata Ehrh.[5]).

Wenden wir uns speciell zu den über den Gefässbündelverlauf und dessen Zusammenhang mit der Blattstellung an Coniferen veranstalteten Untersuchungen, so ist es wiederum Lestiboudois, welchem wir die ersten umfassenderen Arbeiten auf diesem Gebiete verdanken. Schon Link[6]) hatte in seinen „Icones" Querschnitte durch Zweige von Juniperus Virginiana L. und Taxus baccata L. gegeben, Lestiboudois[7]) aber suchte zugleich den Zusammenhang der Structur des Stammes mit der Blattstellung darzulegen, indem er den Verlauf der Fibrovasalstränge in den Zweigen von Cupressus pyramidalis Targ. Tozz. und Abies balsamea Mill., sowie in den Keimpflanzen einer Reihe von der alten Gattung Pinus angehörigen Arten in dieser Hinsicht beobachtete. Ihm folgte Joh. Hanstein[8]) mit seinen Untersuchungen über Taxus baccata L., Podocarpus Chinensis Wall., P. ferruginea Don., Cryptomeria Lobbii hort., Taxodium distichum Rich., Picea vulgaris Link, Larix Europaea DC., Cedrus Deodara Lond. und Araucaria excelsa R. Br. Nägeli[9]) lieferte Beobachtungen über Juniperus communis L., Salisburia adiantifolia Smith, Pinus silvestris L., Abies pectinata DC., Thuja occidentalis L., Biota orientalis Endl., Cupressus pendula hort. und Ephedra vulgaris Rich. A. B. Frank beschloss endlich die Reihe der Untersuchungen über den Gefässbündel-

1) Hildebrand, Anatom. Untersuchungen über die Stämme der Begoniaceen.

2) A. Kirchhoff, De Labiatarum Organis vegetativis Commentarium anatomico-morphologicum. Bonn 1861.

3) Nägeli, Dickenwachsthum des Stengels und Anordnung der Gefässstränge bei den Sapindaceen.

4) A. B. Frank, Bot. Zeit 1864. Nr. 22—26.

5) A. B. Frank, Bot. Zeit. 1864. Nr. 50—53.

6) Link, Icones t. 13. f. 8. 11 etc.

7) Lestiboudois, Ann. d. Sc. Nat. III. 10.

8) Hanstein in Pringsheim's Jahrb. Bd. I. p. 233. — Ann. d. Sc. Nat. IV. Tome 8.

9) Nägeli, Beitr. zur wiss. Bot. Heft I. p. 58 und ferner.

verlauf und dessen Zusammenhang mit der Blattstellung an Coniferen mit seiner Arbeit über Taxus baccata L.[1]).

Die Menge von Fibrovasalsträngen, welche auf Querschnitten durch eine grosse Anzahl der mit spiraliger Blattstellung versehenen Coniferen, wie z. B. der Gattungen Pinus, Abies, Picea, Larix, Cedrus, Araucaria, Podocarpus, Cryptomeria u. s. w., sichtbar wird und die dadurch hervorgerufene Nothwendigkeit, den Verlauf dieser Stränge auf eine bedeutende Strecke weit vermittelst successiver Querschnitte zu verfolgen, sowie in anderer Weise die Einförmigkeit, welche die meisten Coniferen mit wirteliger Blattstellung, wie z. B. Juniperus, Biota, Thuja, Cupressus, Ephedra u. s. w. zeigen, sind wohl die Ursachen, weshalb bis jetzt nur eine verhältnissmässig geringe Anzahl dieser Pflanzen einlässlicher untersucht worden ist. Einen Theil der vorhandenen Lücken auszufüllen und, soweit es überhaupt nach den vorliegenden Untersuchungen möglich ist, den Verlauf der Fibrovasalstränge aus allgemeinen Gesichtspunkten zu betrachten und auf gewisse Gesetze zurückzuführen, soll diese Arbeit versuchen. Zu diesem Zwecke sind von mir in Beziehung auf eine Anzahl von Arten theils Untersuchungen früherer Forscher wieder aufgenommen, theils Untersuchungen an noch nicht besprochenen Species angestellt worden. Das Material hierzu lieferten folgende Pflanzen:

Juniperus communis L. (Nägeli a. a. O. p. 60)[2]) var. Suecica Lond., J. Sabina L., J. Sabina L. var. pyramidalis hort., J. fragrans Knight, J. Virginiana L., J. Oxycedrus L. var. echinoformis hort., J. Phoenicea L. var. malacocarpa hort., J. nana Willd., J. communis L. var. pendula hort.

Widdringtonia juniperoides Endl.

Frenela ericoides hort.

Callitris quadrivalvis Vent.

Libocedrus Chilensis Endl.

Biota orientalis Endl. (Nägeli a. a. O. p. 60), B. pyramidalis Revue hort., B. pendula Endl. (Nägeli a. a. O. p. 60).

Thuja plicata Don., Th. occidentalis L. (Nägeli a. a. O. p. 60), Th. gigantea Nett.

Cupressus funebris Endl., C. fastigiata DC. (Lestiboudois a. a. O. p. 25 u. 26).

Chamaecyparis glauca hort., Ch. ericoides Carrière.

1) A. B. Frank, Bot. Zeit. 1864. Nr. 22 u. f.

2) In den Klammern sind die Forscher angegeben, welche schon früher Nachrichten bezüglich des Gefässbündelverlaufs über die genannte Species veröffentlicht haben.

Taxodium distichum Rich. (Hanstein).

Glyptostrobus heterophyllus Endl.

Cryptomeria Japonica Don. (die Varietät Cr. Lobbii hort. wurde auch von Hanstein untersucht).

Sequoia sempervirens Endl., S. gigantea Endl.

Cunninghamia Sinensis R. Br.

Tsuga Canadensis Carrière.

Abies Cephalonica Loud., A. pectinata DC. (Nägeli a. a. O. p. 59), A. Cilicica Carrière, A. Nordmanniana Spach, A. Pinsapo Boiss., A. Siberica Ledeb., A. balsamea Mill. (Lestiboudois), A. Pindrow Spach.

Picea excelsa Link (Hanstein), P. Khutrow Carrière, P. alba Link, P. Menziesii Carrière.

Larix Europaea DC. (Hanstein).

Cedrus Deodara Lond. (Hanstein), C. Libani Barrel.

Pinus silvestris L. (Nägeli a. a. O. p. 58), P. Jeffreyi hort., P. Canariensis Chr. Smith, P. montana var. uncinata Heer., P. montana Pumilio Heer., P. excelsa Wall., P. Cembra L., P. Austriaca Host., P. Strobus L., P. Pallasiana Lamb., P. Pinea L., P. Laricio Poir., P. Montezumae Lindl.

Araucaria excelsa R. Br. (Hanstein), A. Cunninghami Ait., A. Bidwilli Hook., A. Brasiliensis A. Rich.

Dammara australis Lamb.

Podocarpus Totara Don., P. Koraiana Sieb., P. taxifolia Humb. und. Bonpl., P. Thunbergii Hook., P. macrophylla Don. (Hanstein hat 2 Arten untersucht.)

Saxe-Gothaea conspicua Lindl.

Phyllocladus trichomanoides Don.

Salisburia adiantifolia Smith (Nägeli a. a. O. p. 59).

Cephalotaxus Fortunei Hook.

Torreya grandis Fortune.

Taxus baccata L. (Hanstein, Nägeli und A. B. Frank).

Ephedra campylopoda CAMey., E. equisetiformis Webb und Berth., E. Helvetica CAMey. (die beiden letzteren nach Herbariumexemplaren). E. vulgaris Rich. wurde von Nägeli untersucht.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchungen, welche sich bloss auf den Verlauf der Stränge, deren Verschmelzungen, Trennungen u. s. w. beschränken, stützen sich auf Reihen successiver Querschnitte[1]). Nur bei Juniperus-Arten mit langen Internodien, an den

---

1) Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop. p. 618 u. 619.

längeren Internodien von Callitris und Libocedrus, bei Salisburia und anderen wurden nur an bestimmten Stellen, an welchen, wie mehrmalige Versuche zeigten, eine Aenderung in der gegenseitigen Stellung der Fibrovasalstränge einzutreten pflegte, Querschnitte gemacht. Die Querschnitte wurden aus praktischen Gründen (da die Rudimente der Blätter der Klinge des Messers einigen Widerstand entgegensetzten und so oft die Ursache von schief geführten Schnitten wurden, wenn man dieselben von der Terminalknospe aus nach unten hin fortschreitend führen wollte), von unten nach oben hin geführt. Doch ging ich dabei von einer Stelle aus, wo die Fibrovasalstränge schon ganz deutlich von einander getrennt waren, zumal da bei einigen Coniferen-Arten durch nachträgliche Wachsthumserscheinungen noch sehr bald Störungen hinzuzutreten pflegten, welche wenig unterhalb der Terminalknospe noch nicht beobachtet wurden, und überhaupt ältere Stadien, an welchen die Stränge schon mehr oder weniger zu einem Holzring verschmolzen sind, die Deutung in Etwas erschweren und so leicht zu Irrthümern Veranlassung geben können.

Die successiven Querschnitte wurden meist so lange geführt, bis eine genügende Anzahl von Fibrovasalsträngen in die Blätter abgegangen war; d. h. bei $^3/_8$ Stellung, bis etwa das 16te successiv abgehende Bündel aus dem Holzcylinder herausgetreten war, um in sein Blatt auszumünden, bei $^5/_{13}$ Stellung, bis der 26te, bei $^8/_{21}$ Stellung, bis etwa der 42te Strang abging. Wenn die Querschnitte nicht schon auf diese Weise die Terminalknospe erreicht hatten, so wurden unmittelbar unterhalb derselben, wo eben die Stranganfänge sichtbar wurden, noch einige Querschnitte gemacht, um so gewissermaassen die früheren Resultate zu controliren. Die Querschnitte wurden genau mit einander verglichen, wobei besonders mit darauf geachtet wurde, dass sie alle in ein und dieselbe gegenseitige Lage gebracht wurden. Von jedem Querschnitt, welcher von dem vorhergehenden eine Verschiedenheit, z. B. das Heraustreten eines Stranges aus dem Holzcylinder oder das Erscheinen eines neuen Gefässbündels zeigte, wurde mit Hülfe der Camera lucida eine Zeichnung entworfen. Nachdem ich so eine genügende Anzahl von Querschnitten erhalten hatte, wurde zum schematischen Entwurf des Längsverlaufs der Stränge geschritten.

Da jeder Querschnitt (mit sehr wenig Ausnahmen) von der unteren Fläche gezeichnet war, so erhielt ich die Aussenansicht des wie eine Papierrolle auseinandergelegten Strangcylinders, indem ich mir die Querschnitte an einer Stelle auseinandergeschnitten und wie

ein Band derart auseinandergerollt dachte, dass die frühere Innenfläche nun als von aussen gesehen erschien [1]). Zwischen einer Reihe von Querlinien, welche in bestimmten Abständen von einander stehend die successiven Internodien darstellen sollten, wurden jetzt die Stränge mit Benutzung der Querschnitte von Internodium zu Internodium eingetragen. Dabei waren die Veränderungen, welche die gegenseitige Stellung der Stränge erlitt, der Abstand der einzelnen Stränge von einander, ihre Dicke, der radial- und tangentalschiefe Verlauf der nach den Blättern abbiegenden Stränge möglichst zu berücksichtigen. Bei Querschnitten, welche, wie bei Salisburia z. B., nur an bestimmten Stellen geführt wurden, musste noch ausserdem auf die Länge des übersprungenen Internodialtheiles geachtet werden. Jeder Strang, welcher auf einem späteren Querschnitt über derjenigen Stelle zu stehen kam, wo sich früher ein anderer, nun aber schon abgegangener, vorfand, musste auch in dem Schema möglichst genau als über dem abgegangenen stehend wiedergegeben werden.

Nachdem nun so ein Entwurf des Längsverlaufs zusammengestellt war, versuchte ich die Gesetze für das Ausbiegen der einzelnen Stränge, die Anzahl der Internodien, durch welche ein Strang herabsteigt, die Regel für das Anlegen an einen bestimmten unteren Strang u. s. w. herauszulesen, um nun erst das endgültige Schema für den Längsverlauf der Stränge zu entwerfen. Dieses Verfahren war um so nothwendiger, da kleine Ungenauigkeiten bei einer so grossen Menge von Querschnitten (bei Arten mit complicirterer Blattstellung, z. B. Pinus silvestris, waren oft bis 200 successive Querschnitte nöthig), kaum zu vermeiden waren. Diese Ungenauigkeiten in der Zeichnung, hervorgerufen durch irgend eine Zufälligkeit, wurde durch die Vergleichung mit den bei den übrigen Strängen eintretenden Erscheinungen controlirt und verbessert. Auf diese allerdings etwas mühsame Weise glaube ich zu der Natur möglichst entsprechenden Resultaten gelangt zu sein. Durch Winkelmessung, wie sie z. B. A. B. Frank [2]) angewendet hat, kann allerdings bei den Coniferen ein im Ganzen richtiges Resultat erzielt werden, da gerade hier die einzelnen Stränge in annähernd senkrechter Richtung verlaufen, kleine Ungenauigkeiten können jedoch bei einem solchen Verfahren kaum vermieden werden, da beim Austreten in ein Blatt jedes Fibrovasalbündel nicht bloss in radialschiefer, sondern häufig auch in tangentalschiefer Richtung ausbiegt und überhaupt der Strangverlauf bei

1) Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop. p. 620. §. 560.

2) A. B. Frank, Bot. Zeit. 1864. p. 150.

spiraliger Blattstellung und besonders bei Arten mit einer grossen Anzahl von Fibrovasalsträngen nie genau senkrecht ist.

Die Blattstellung und die Richtung der Blattspirale wurde zuerst an den Zweigen ausgemittelt und dann mit den durch die Querschnitte gefundenen Resultaten verglichen. Die Untersuchungen wurden meist an frischem Material gemacht, nur ein verhältnissmässig sehr geringer Theil der untersuchten Arten wurde in Weingeist bereit gehalten. Zusatz von Kalilösung war bei Betrachtung der Schnitte der meisten Arten von Vortheil[1]).

H. Prof. Cramer hatte ausserdem die Güte mir noch die Benutzung seiner eigenen hierher gehörigen Untersuchungen (an Laubsprossen von Abies pectinata DC. und Picea excelsa Link, an Keimpflanzen von P. excelsa, Abies pectinata DC., Pinus silvestris L., P. Strobus L. und P. Cembra L.), und ebenso der Arbeiten seiner Schüler Eduard Stebler (an Laubsprossen von Picea excelsa, Pinus silvestris und Larix Europaea DC.), Uhl (an Keimpflanzen von Picea excelsa und Larix Europaea) und Meier (an Keimpflanzen von Picea excelsa) zu gestatten.

Was endlich den Gang der Arbeit betrifft, so habe ich nach Besprechung der bei den einzelnen Arten einer Gattung gefundenen Eigenthümlichkeiten, wenn nöthig, noch eine kurze Uebersicht über die Gattung selbst aufgestellt und dieselbe mit etwa früher schon besprochenen Gattungen verglichen. Ebenso ist am Ende jedes grösseren Abschnittes wiederum eine Uebersicht der gewonnenen Resultate gegeben und diese Resultate endlich zum Schluss in ihren Hauptzügen sämmtlich noch einmal übersichtlich zusammengestellt.

Coniferen.

Bei den Coniferen finden sich ausser den im Stamme neben einander herabsteigenden, also nebenläufigen, Blattspuren[2]), abgesehen von den später auftretenden Ausfüllungssträngen, von welchen A. B. Frank[3]) spricht, keine anderen Fibrovasalstränge; die Coniferen besitzen bloss gemeinsame[4]) Stränge. Die Stränge

---

1) Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop. p. 618. §. 557.

2) Der Ausdruck „Blattspur" („trace de feuille" in Ann. d. Sc. Nat. IV. 8. p. 13) für das oder die in ein Blatt aus dem Stengel übergehenden Gefässbündel wurde von Hanstein eingeführt. Vergl. Pringsheim, Jahrb. I. p. 242.

3) A. B. Frank a. a. O. p. 152.

4) Nägeli, Beitr. zur wiss. Bot. Heft I. p. 35. „Die Fibrovasalstränge in den

legen sich, nachdem sie eine Anzahl Internodien frei oder getrenntläufig herabgestiegen sind, einseitswendig oder auch, indem sie sich in 2 Schenkel spalten, nach beiden Seiten hin an untere Stränge an; sie werden mit letzteren vereintläufig[1]). Die Blätter erhalten aus der Axe des Zweiges vorwaltend nur einen Fibrovasalstrang, selten 2 (Salisburia unter den Coniferen mit spiraliger, Ephedra unter den Coniferen mit opponirter Blattstellung), sehr selten 3 (hierher bloss Phyllocladus) Stränge.

I. Cupressineae.

§. 1. Juniperineae.

Juniperus L.

J. communis L. var. Suecica Loud. (J. Suecica Mill.) und J. communis var. oblonga, pendula Loud. (J. oblonga, pendula hort.)[2]). Diese beiden untersuchten Varietäten des gemeinen Wachholders, bei welchen die successiven mit den Blattquirlen besetzten Internodien etwas weiter als bei der Art von einander entfernt sind, zeigen hinsichtlich des Verlaufs der Fibrovasalstränge vollkommen gleiches Verhalten. Die schmalen, scharfspitzigen Blätter stehen in 3zähligen, mit einander abwechselnden, Quirlen so, dass die Blätter des 3ten Quirls genau über die des ersten, die des 4ten genau über die des zweiten u. s. w. zu stehen kommen. Jedes Blatt enthält einen Fibrovasalstrang; unterhalb desselben, im Kiele des Blattes, verläuft ein Harzgang. Die einsträngigen Blattspuren[3]) steigen frei und ungetheilt die ganze Länge des zugehörigen Internodiums herab (vergl. Taf. IV. Fig. 1). Etwa in der Mitte des nächstunteren Internodiums

---

Stengeltheilen und Blättern sind dreierlei Art: solche, die beiden Organen angehören, indem sie ihren unteren Theil im Stengel, ihren oberen im Blatte haben, und die wir deshalb als gemeinsame bezeichnen müssen, und solche, die dem einen oder anderen Organ ausschliesslich angehören und die wir als stammeigene und blatteigene unterscheiden können."

1) Nägeli a. a. O. p. 48. „Die Stränge gehen im Stengel mehr oder weniger weit nach unten, bis sie mit anderen verschmelzen und vereintläufig werden. Vor der Vereinigung sind die Stränge getrenntläufig, und insofern ein Strang überhaupt frei bleibt, können wir ihn als eigenläufig unterscheiden."

2) Endlicher, Synopsis p. 15 u. 16. — Carrière, Traité général des Conifères p. 22 u. 23. — Courtin, Familie der Coniferen p. 120 u. 121.

3) Für J. communis kann man auch das für J. nana auf Taf. IV gegebene Schema benutzen. Ich werde deshalb auf dasselbe verweisen. Nur lasse man die Blattspuren nicht kurz hintereinander, sondern in gleicher Höhe abgehen.

spalten sie sich jedoch in 2 Schenkel, von welchen sich je einer rechts und links an die benachbarten Blattspuren desselben (nächstunteren) Internodiums anlegt [1]). Ein Querschnitt durch die oberste Partie eines Zweiges, in welcher überhaupt schon Blattspuren auftreten, zeigt daher 3 die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks einnehmende Stränge. In jedem in absteigender Richtung folgenden Internodium aber werden je 6 oder 9 Stränge sichtbar: nämlich 6 in dem oberen Theil des Internodiums, in welchem die Stränge des nächstoberen Blattquirls sich noch nicht in 2 Schenkel gespalten haben [2]); 9 dagegen im unteren Theil, nachdem diese Trennung stattgefunden hat [3]). Die 2 Schenkel jedes aus dem nächstoberen Internodium herabsteigenden (d. h. des im zweitoberen Internodium austretenden) Fibrovasalstranges liegen in der Mitte zwischen je 2 zunächst abgehenden Blattspuren, welche bei ihrem Austritt die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks einnehmen. Dabei ist entweder der Zwischenraum zwischen je einem Schenkel und der benachbarten Blattspur oder zwischen je 2 zu einer Blattspur gehörigen Schenkeln (wenn überhaupt der Holzring sich noch nicht geschlossen hat) grösser, je nachdem der Schnitt etwas mehr oder weniger hoch im unteren Theile des Internodiums geführt worden ist.

In jede Achselknospe treten 2 kleinere Stränge ein [4]), von welchen sich je einer rechts oder links an einen Gabelast der im zweitoberen Internodium austretenden Blattspuren anlegt (vergl. Taf. IV. Fig. 1 k k). Diese 2 in die Achselknospe austretenden Stränge verlassen den Gefässbündelkranz unmittelbar nach dem Austritt der Blattspur und laufen mit dieser ein Stück weit parallel, bis sie selbst wieder zu einem Gefässbündelkranz sich vereinigen.

J. Oxycedrus L. var. echinoformis hort. [5]). Diese Varietät der stechenden Ceder oder des braunbeerigen Wachholders zeigt ein der vorigen Art vollkommen entsprechendes Verhalten. Die Internodien sind jedoch hier ungleich kürzer, die 3zähligen Quirle der etwas kürzeren, schmäleren, scharfstehenden Blätter daher einander viel mehr genähert. Wie bei J. communis sind auch hier die Zweige scharf 3kantig.

---

1) Nägeli a. a. O. p. 60. Taf. II. Fig. 5.
2) Nägeli a. a. O. Taf. II. Fig. 4.
3) Nägeli a. a. O. Taf. II. Fig. 3.
4) Nägeli a. a. O. Taf. II. Fig. 3 k.
5) Carrière a. a. O. p. 14.

J. nana Willd. (J. Davurica hort. aliq.)[1]) zeigt dieselbe Anordnung im Verlauf der Stränge, wie J. communis. Die Blätter jedes einzelnen Quirls stehen beim Zwergwachholder jedoch nicht auf gleicher Höhe (vergl. Taf. IV. Fig. 1), sondern scheinen sich in einer meist rechtsläufigen Spirale zu entwickeln, deren einzelne Glieder einander sehr genähert sind; sie bilden, so zu sagen, einen Spiralquirl. Eine ähnliche Erscheinung hat auch Cramer[2]) schon früher für Lycopodium Selago angegeben. Auf einem Querschnitt durch einen Knoten kann daher der in das dritte höchstgelegene Blatt eines Quirls ausgehende Strang gerade im Austreten aus dem Gefässbündelkranze begriffen sein, während der in das erste und zweite Blatt ausmündende Strang sich schon in entsprechender Entfernung vom Holzringe befindet (vergl. Taf. IV. Fig. 2).

In jede Achselknospe treten 2 kleinere Fibrovasalstränge unter denselben Verhältnissen, wie bei J. communis, ein. Auch beim Austreten der Achselknospenstränge lässt sich das kurz hinter einander in einer Spirale erfolgende Abgehen der Blattspuren erkennen, indem bisweilen die erste oder die 2 ersten Blattspuren mit sammt den Achselknospensträngen bereits aus dem Gefässbündelkranze herausgetreten sind, während bei der dritten sich erst der die Blattspur bildende Strang allein von dem Kranze der Fibrovasalstränge entfernt hat und die 2 Achselknospenstränge desselben noch mit letzterem in Verbindung stehen (vergl. Taf. IV. Fig. 1 u. 2 bezüglich der Stellung der in Fig. 2 successiv abgehenden Fibrovasalstränge α, β, γ und der zugehörigen Achselknospenstränge k k, welche letztere sich jedoch bei γ noch gar nicht von dem Gefässbündelkranze getrennt haben. Der Schnitt ist von der unteren Fläche gesehen, weshalb die kurz hinter einander austretenden Blattspuren eine scheinbar linksläufige Spirale bilden). Die Stränge scheinen hier durchschnittlich noch früher, als bei J. communis, zu einem compacten Holzcylinder zu verschmelzen.

Der Stengel ist scharf 3kantig, robust, und scheint sich vorwaltend nach Rechts zu drehen. Die dicken Blätter sind breit lineal, bisweilen fast eiförmig, sich schnell verjüngend, stachelspitzig; ober-

---

1) Endlicher a. a. O. p. 13. — Carrière a. a. O. p. 18. — Courtin a. a. O. p. 122.

2) Cramer, in Nägeli und Cramer, Pflanzenphys. Untersuch. Heft 3. p. 11. „Die Blätter der Endtriebe von Lycopodium Selago sind in ein und demselben Quirle von verschiedener Grösse, stehen, wenn auch fast, doch nicht genau auf gleicher Höhe und werden spiralig angelegt. Die Drehung der Spirale wechselt."

seits bläulich-weiss bereift, mit schneidendem grünen Rande; unterseits grün, gekielt. Im Kiel zieht sich ein Harzgang hin; über diesem liegt der in das Blatt ausgetretene Fibrovasalstrang, welcher eine starke Andeutung zur Spaltung zeigt.

J. Virginiana L.[1]). Die rothe oder Virginische Ceder hat meist 2zählige, seltner 3zählige Quirle von theils pfriemenförmigen, spitzigen, theils schuppenförmigen, stumpferen Blättern. Der Verlauf der Stränge sowohl in den mit verlängerten, als auch in den mit schuppenförmigen Blättern versehenen Internodien ist dem bei J. communis beschriebenen vollständig analog. Die Spaltung jeder Blattspur in 2 Schenkel tritt auch hier etwa in der Mitte des nächstunteren Internodiums (vom Austrittspunkte der Blattspur an gerechnet) ein. Je ein Schenkel legt sich rechts und links an die Blattspuren des genannten Internodiums an. Statt 6 Reihen über einander stehender Blattspuren, wie bei J. communis, J. Oxycedrus oder J. nana, finden sich jedoch hier bei den 2zähligen Quirlen opponirter Blätter nur 4 Reihen. Ein Querschnitt durch das oberste strangführende Internodium zeigt daher 2 einander opponirte Blattspuren; in jedem der abwärts liegenden Internodien aber erscheinen je 4 oder 6 Stränge, je nachdem der Schnitt durch den oberen oder unteren Theil des Internodiums geführt wurde. Die 2 Schenkel, in welche sich die aus dem nächstoberen Internodium herabsteigende Blattspur gespalten hat, liegen sich ebenfalls genau gegenüber und lassen (entsprechend der Höhe, in welcher der Schnitt geführt wurde) einen grösseren Zwischenraum zwischen sich oder zwischen je einem Schenkel und der benachbarten Blattspur des zugehörigen Internodiums erkennen[2]).

J. Sabina L.[3]), J. Sabina L. var. pyramidalis hort., J. Phoenicea L. var. malacocarpa Ant. (Syn. mit J. Lycia L.)[4]) und

1) Endlicher a. a. O. p. 27. — Carrière a. a. O. p. 43. — Courtin a. a. O. p. 130.

2) Das für J. nana Taf. IV. Fig. 1 gegebene Schema des Längsverlaufs der Fibrovasalstränge kann man auch für die 2gliedrigen Quirle von J. Virginiana, J. Sabina u. s. w. benutzen, wenn man auf einer Seite 2 Reihen über einander stehender Blattspuren streicht und die 2 in einem Quirl abgehenden Blattspuren in gleicher Höhe austreten lässt. — Der Querschnitt gleicht hier den bei Thuja plicata gegebenen (Taf. IV. Fig. 8 u. 9) Figuren, nur sind von den 3 zwischen den zunächst austretenden Blattspuren liegenden Strängen 2 einander nicht genähert, wie es dort der Fall ist.

3) Endlicher a. a. O. p. 22. — Carrière a. a. O. p. 34. — Courtin a. a. O. p. 128.

4) Endlicher a. a. O. p. 30. — Carrière a. a. O. p. 51. — Courtin a. a. O. p. 127.

auch J. fragrans Knight[1]), welche alle mit J. Virginiana in dem Dimorphismus der an den cylindrischen, nicht kantigen Axen vertheilten Blätter übereinkommen, schliessen sich hier eng an. Das in das Blatt austretende Gefässbündel scheint bei allen genannten Arten ungetheilt zu bleiben; unter ihm auf der Kielseite verläuft ein Harzgang.

Die 2 ersten Typen der Gattung Juniperus, J. communis und J. Oxycedrus auf der einen, J. nana auf der anderen Seite gehören der Unterabtheilung Oxycedrus an; der dritte Typus (J. Virginiana, J. Sabina u. s. w.) aber der Unterabtheilung Sabina. Die Abtheilung Oxycedrus unterscheidet sich leicht durch die kantigen, mit nicht herablaufenden Blättern besetzten Axen von der Abtheilung Sabina, welche cylindrische Axen und herablaufende Blätter besitzt. Ob die Unterabtheilung Caryocedrus, zu welcher bloss J. drupacea Labill. gehört, sich mehr J. communis oder J. nana anschliesst, konnte ich nicht untersuchen; sie unterscheidet sich von den 2 anderen Abtheilungen durch kantige Axen und herablaufende Blätter.

§. 2. Actinostrobeae[2]).

Frenela Mirb.

Fr. Ericoides hort.[3]). Ich habe bloss diese einzige aus Neuholland stammende Art untersuchen können. Sie schliesst sich so eng an Juniperus communis an, dass ich auf das dort Gesagte verweise. Die Blätter stehen, wie dort, in 3zähligen, genau alternirenden Blättern und die successiven Querschnitte geben dieselben Bilder.

Callitris Vent.

C. quadrivalvis Vent. (Thuja articulata Wahl)[4]). Die Blätter eines erwachsenen Exemplars des gegliederten Lebensbaumes sind klein, schuppenförmig, stumpf, der Axe mehr oder weniger angewachsen, herablaufend. Die Blätter sind ungleichwerthig; die seitenständigen sind kahnförmig und umfassend, die die Stirn- und Rückenseite der

1) Carrière a. a. O. p. 57. — Courtin a. a. O. p. 125.

2) Microcachrys tetragona Hook. fil., als den einzigen Vertreter der Microcachrydeen, konnte ich nicht untersuchen. Da diese Art alternirende, 2gliedrige Quirle gegenständiger, schuppenförmiger Blätter besitzt, so dürfte jedoch ihr Gefässbündelverlauf demjenigen von Juniperus Virginiana (2gliedrige Quirle) entsprechen.

3) Endlicher a. a. O. p. 38. — Carrière a. a. O. p. 76.

4) Endlicher a. a. O. p. 41. — Carrière a. a. O. p. 81. — Courtin a. a. O. p. 106.

Axe einnehmenden aber flach und angedrückt. Diese ungleichwerthigen Blattformen stehen in 2gliedrigen Quirlen; jeder Quirl hat 2 opponirte und gleichwerthige Blätter. Die successiven Quirle, von welchen je 2 einander ungemein genähert sind, alterniren mit einander und zwar so, dass die mit gleichwerthigen Blättern versehenen Quirle genau über einander stehen. Jede Blattspur wird von einem Fibrovasalstrang gebildet und steigt, je nach dem Werthe des Blattes, durch ein längeres Internodium, wie die Blattspuren der kahnförmigen, seitenständigen Blätter, oder durch ein sehr verkürztes Internodium, wie die Blattspuren der die Stirn- und Rückenseite einnehmenden flachen Blätter, ungetheilt herab. Im nächstunteren Internodium gabelt sich der herabsteigende Fibrovasalstrang und seine Schenkel legen sich rechts und links an die benachbarten Blattspuren des gleichen Internodiums an (vergl. Taf. IV. Fig. 3).

Der Querschnitt durch ein gefässführendes Internodium (das oberste abgerechnet) zeigt daher, je nach der Höhe, in welcher der Schnitt geführt wurde, wie bei Juniperus Virginiana, je 4 oder 6 Stränge nach dem Austritt der zunächst abgehenden Blattspuren aus dem Gefässbündelkranze. (Vergl. hier Taf. IV. Fig. 4. In der Hauptaxe H treten 6 Stränge auf, von welchen die beiden Stränge $\alpha\alpha$ den zunächst abgehenden Blattspuren entsprechen. In der Nebenaxe N finden sich dagegen erst 4 Stränge. Letztere sind vom Schnitte in schiefer Richtung getroffen. Je 2 derselben werden nach unten hin mit einander vereintläufig.) Oft ist auch der eine Schenkel mit einer Blattspur des nächstunteren Internodiums schon längst vereintläufig geworden, während der andere noch deutlich getrenntläufig herabsteigt. Ein Querschnitt durch solch ein Stadium zeigt dann 4 oder 5 Stränge, von welchen 2 oder einer im Vergleich mit den anderen Strängen die doppelte Stärke besitzen; eine Erscheinung, wie man sie öfters und besonders deutlich auf Schnitten, welche durch eine Verzweigungsstelle geführt werden, wahrnehmen kann. In Folge dieser Abweichung liegen sich dann die einzelnen einander entsprechenden Bündel nicht mehr genau diametral gegenüber. Schnitte durch ältere Zweigpartieen lassen die herabsteigenden Fibrovasalstränge noch einige Internodien weiter verfolgen; die einzelnen Stränge sind dann aber keineswegs mehr scharf von einander getrennt. Ein Querschnitt zeigt hier etwa 12 mit einander fast verschmolzene Blattspuren.

Bei der Verzweigung der Axe bemerkt man sofort nach dem Abgang des für das Stützblatt bestimmten Gefässbündels je 4 Stränge

auf dem Querschnitt. Bald erscheinen, wenn die Axe 2 opponirte Aeste trägt, deren 8, von welchen je 2 äussere für jeden Ast bestimmt sind, die 4 mittleren jedoch der Hauptaxe angehören; oder es treten bloss 6 Stränge auf, wenn die Hauptaxe nur einen Ast trägt, von welchen 6 Strängen dann ebenfalls 4 der Hauptaxe, 2 dem Aste angehören. Die Vermehrung der Stränge wird dadurch hervorgerufen, dass an der Verzweigungsseite an Stelle von 2 Bündeln deren nun 4 auftreten, von welchen die 2 äusseren in den Ast abgehen. Bald nach Abgang der für die Nebenaxe bestimmten 2 Bündel treten im Aste ebenfalls, wie schon früher in der Hauptaxe, 4 Stränge auf (vergl. Taf. IV. Fig. 4 N). Noch höhere Querschnitte durch Hauptaxe und Ast zeigen in beiden Axen je 6 Stränge (vergl. Taf. IV. Fig. 4 H). Denkt man sich jetzt einen solchen Gefässbündelkranz durch einen die Verzweigungsebene senkrecht treffenden Schnitt halbirt, so entspricht je der mittelste von 3 neben einander liegenden Strängen dem zunächst in ein kahnförmiges, seitenständiges Blatt abgehenden Strange, die 2 seitlichen jeder je einem Gabelast einer der Blattspuren des nächstoberen Internodiums. (Dies ist jedoch auf Taf. IV. Fig. 4 H noch nicht wahrzunehmen, da die austretenden Bündel $\alpha\alpha$ noch für die flach anliegenden Stützblätter bestimmt sind. Die Blattspuren der kahnförmigen Blätter würden nach Abgang von $\alpha\alpha$ bei $\beta\beta$ sichtbar werden.) Noch ist zu bemerken, dass an der nur einen Ast tragenden Hauptaxe die aus der Hauptaxe in die Stützblätter abgehenden Blattspuren der Seite, an welcher der Ast steht, oft etwas abgewendet erscheinen (Taf. IV. Fig. 4 $\alpha\alpha$). Die Astbasis wird von je 2 flach angedrückten Stützblättern getragen, auf welche nun ein Quirl von 2 kahnförmigen Blättern folgt.

Die Fibrovasalstränge beider Blattformen bleiben im Blatte ungetheilt; in der Kielseite verläuft unterhalb des Gefässbündels ein Harzgang.

Libocedrus Endl.

L. Chilensis Endl. (Thuja cuneata Dombey)[1]. Die Blätter des Chilenischen Lebensbaumes stehen in alternirenden, 2gliedrigen Quirlen und sind einander genau opponirt. Wie bei Callitris, nur noch in viel auffallenderer Art, bieten sie 2 Formen, von welchen nur je eine in einem und demselben Quirl sich vorfindet. Die seitlichen sind breit kahnförmig, an der Basis unter einander verbunden, spitzlich,

1) Endlicher a. a. O. p. 44. — Carrière a. a. O. p. 89. — Courtin a. a. O. p. 106.

fast dreieckig[1]), abstehend; diejenigen, welche Stirn- und Rückenseite einnehmen, dagegen sehr klein, schuppenförmig, stumpf und angedrückt. Die Quirle gleichwerthiger Blätter stehen genau übereinander. Hinsichtlich des Verlaufs und des Verhaltens der Fibrovasalstränge bei L. Chilensis verweise ich auf Callitris quadrivalvis. (Vergl. daher auch Taf. IV. Fig. 3). Störungen jedoch, wie sie bei Callitris durch das frühzeitigere Vereintläufigwerden des einen oder anderen Schenkels der aus dem nächstoberen Internodium herabsteigenden Blattspur hervorgerufen werden, scheinen bei L. Chilensis sehr selten zu sein; wenigstens waren die einzelnen Stränge auf den von mir beobachteten Querschnitten immer sehr regelmässig zu einander gestellt.

Die 2 ersten successiven Seitenzweige einer Axe der letzten Ordnungen scheinen constant auf der der Hauptaxe zugewendeten, d. h. der inneren, Seite zu stehen; doch findet sich bisweilen bei dem 2ten Zweig noch ein 2ter dem letzteren opponirter. Das Verhalten der Gefässbündel bei der Verzweigung ist dem von Callitris analog. Jeder Ast wird von einem 2gliedrigen Quirl schuppenförmiger Blätter gestützt; hierauf folgt ein Quirl von grossen kahnförmigen Blättern. Der in das Blatt eintretende Fibrovasalstrang bleibt in diesem ungetheilt; über seinen Rücken zieht sich ein Harzgang hin.

Widdringtonia Endl.

W. juniperoides Endl.[2]). Die schmalen, linearen, sitzenden, spitzlichen Blätter der vom Cap der guten Hoffnung stammenden wachholderähnlichen Widdringtonia stehen in einer links- oder rechtsläufigen Spirale; d. h. denkt man sich die einzelnen Blätter als eben so viele Stufen einer Wendeltreppe, welche um einen Thurm herumführt, so würde dem aufsteigenden Beobachter das Gemäuer des Thurmes stets zur Linken oder Rechten liegen. Je das 13te Blatt steht gewöhnlich wieder senkrecht über dem mit 0 zu bezeichnenden Ausgangsblatt, das 14te über dem ersten u. s. w. Die Blätter stehen also in einer $^5/_{13}$ Stellung. (Vergl. auf Taf. IV. Fig. 8 die Stellung der

1) Etwa von der Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks mit etwas bogenförmigen Begrenzungslinien, dessen Grundlinie jeden Schenkel etwa um das Doppelte an Länge übertrifft. Während die Grundlinie die der Axe abgewendete Seite des Blattes vorstellt und ein wenig convex nach aussen gebogen erscheint, bildet der eine leicht concave Schenkel die derselben zugewendete Seite, der andere aber ist an der Axe befestigt und läuft an dieser bis zum nächstunteren Internodium herab.

2) Endlicher a. a. O. p. 32. — Carrière a. a. O. p. 64. „Wriddingtonia". — Courtin a. a. O. p. 102.

Blattspuren 0 und 13.) Doch scheint auch $^3/_8$ Stellung vorzukommen. Nur je ein Strang tritt in ein Blatt ein.

Auf einem Querschnitt durch den oberen Theil eines Zweiges unterscheidet man ungefähr 8—12 mehr oder weniger deutlich von einander getrennte Fibrovasalstränge (vergl. Taf. IV. Fig. 9). Die 3 oder 4 zunächst in die Blätter austretenden Stränge sind leicht von den übrigen zum Theil sich noch berührenden zu unterscheiden, da sie sich mehr oder weniger stark isolirt haben, je nachdem sie früher oder später in ein Blatt austreten werden [1]). Die Folge der Stränge auf den Querschnitten war bei dem von mir untersuchten Exemplar (vergl. hier Taf. IV. Fig. 9. Der Schnitt ist von der unteren Fläche gesehen und lässt also scheinbar eine linksläufige Spirale erkennen) in der Richtung der aufsteigenden Spirale: 0, 8, 3, 6, 1, 9, 4, 7, 2, 10, 5, 0. Diese sämmtlichen Stränge liegen ungefähr in einem Kreise, aus welchem die zunächst in die Blätter ausmündenden Fibrovasalstränge entsprechend mehr oder weniger herausgetreten sind. Dabei liegt dem schon am weitesten herausgetretenen Ausgangsbündel 0 etwa Strang 9 oder 4 diametral gegenüber. In der Richtung der aufsteigenden Spirale folgen nun auf 0 (vergl. IV. Fig. 9) nach ziemlich grossem Zwischenraum die an einander herabsteigenden sich häufig noch berührenden Stränge 8 und 3, dann mit sehr wenig Zwischenraum Strang 6 (welcher bisweilen die 3te Blattspur noch berührt), nun wieder etwas weiter entfernt der schon austretende Strang 1, in gleicher Weite die sich noch berührenden Stränge 9 und 4, mit sehr wenig Zwischenraum Strang 7, dann der schon heraustretende isolirte Strang 2, und endlich zwischen 2 und 0, von beiden genügend isolirt, die sich noch berührenden Stränge 10 und 5. Es würden also zwischen 0 und 1, und ebenso zwischen 1 und 2 je 3 deutlich sichtbare Stränge liegen, zwischen 2 und 3 (nach Abgang von 0) ebenfalls 3, zwischen 3 und 4 (nach Abgang von 1) dagegen nur noch 2 und ebenso zwischen 4 und 5 (nach Austritt von 2) ebenfalls nur 2 Stränge u. s. w., wenn nicht der Gefässbündelkranz durch neue Stränge in seiner früheren Anzahl wiederhergestellt würde.

1) Es ist gut, die Stellung der nach diesen schon isolirten Strängen in die entsprechenden Blätter ausgehenden Stränge erst dann zu berechnen, wenn man eine Anzahl Querschnitte gemacht hat (bei Arten mit complicirteren Blattstellungsverhältnissen waren deren oft 100 bis 200 nöthig), welche genügt, um das Gesetz der gegenseitigen Stellung mit Sicherheit wahrnehmen zu können. Sobald ein Strang in sein Blatt abgegangen ist, giebt man ihm die entsprechende Nummer und verfolgt nun denselben rückwärts in den früheren Schnitten, indem man auch hier die betreffende Nummer nachträgt.

Nach Abgang von 0 jedoch entfernt sich Strang 8 (auf der kathodischen Seite) etwas von 3 und ebenso rückt (auf der anodischen Seite) Strang 6 mit der nun sichtbar werdenden ihm kathodisch nebenläufigen und ihm hart anliegenden 11ten Blattspur von 3 hinweg nach 1 hinüber. Die nach Austritt der Stränge 1, 2, 3 u. s. w. in der Ansicht der Querschnitte successiv erfolgenden Veränderungen sind nach diesen Andeutungen leicht zu construiren. Doch ist hierbei zu bemerken, dass nicht auf allen Querschnitten die gleiche Anzahl von Strängen sichtbar ist, da der eine Strang sich oft früher an einen tiefer gelegenen Strang anlegt und mit diesem vereintläufig wird, während der andere noch durch ein oder mehrere Internodien deutlich neben einem tiefer gelegenen Strang herlaufend zu verfolgen ist. Es ist dies eine Erscheinung, welche man bei allen Coniferen mit spiraliger Blattstellung wiederfindet und welche hauptsächlich in dem Alter des Stengeltheils, durch welchen ein Querschnitt geführt wird, ihre Erklärung findet. Wenigstens sind in älteren Stengelpartieen die einzelnen Stränge meist weiter herab zu verfolgen, als in den jüngsten unmittelbar unter der Terminalknospe gelegenen Theilen. Dies deutet auf eine nachträgliche von oben nach unten fortschreitende Ausbildung der Fibrovasalstränge.

Der Längsverlauf der Fibrovasalstränge ist kein senkrechter, sondern ein leicht geschlängelter. Die Abweichungen von der senkrechten Richtung sind in den Knoten oder in deren Nähe besonders deutlich. Sobald ein Fibrovasalstrang in ein Blatt ausgetreten ist, biegt sich der auf der anodischen Seite des austretenden Stranges befindliche 3'obere Strang, an welchen sich der 8'obere (vom Ausgangsstrang 0 gerechnet) auf der kathodischen Seite (von 3) anlegt, zugleich mit dem letzteren etwas in kathodischer Richtung herüber. (Vergl. hierüber das in Taf. IV. Fig. 8 gegebene Schema des Längsverlaufs der Fibrovasalstränge. Die Blattspurspirale des Schema ist eine rechtsdrehende.) In entsprechender Weise neigt sich auch der auf der kathodischen Seite (von 0) liegende 5'obere Strang ein klein wenig nach dem 8'oberen in anodischer Richtung hinüber, so dass über der ausgetretenen Blattspur 0 eine mehr oder weniger lang gezogene Schlinge gebildet wird. Diese Schlinge ist in den Theilen wenig unterhalb der Terminalknospe eines Zweiges noch nicht geschlossen, indem die sich einander nähernden Stränge sich hier meist noch nicht berühren und das anodische Herübertreten des 5'oberen Stranges hier noch nicht so deutlich hervortritt. In tieferen Partieen wird sie durch das engere Zusammentreten der beiden gegenseitig herübertretenden

Stränge vollständig geschlossen. (Vergl. auf Taf. IV. Fig. 8 die Schlingenbildung im 3ten und 4ten Internodium im Gegensatz zu den ungeschlossenen Schlingen im 11ten, 12ten und 13ten Internodium.)

Jeder Fibrovasalstrang steigt (vergl. auf Taf. IV. Fig. 8 den Verlauf der einzelnen Blattspuren) etwa 7—8 Internodien weit herab, ehe er anodisch über der 8tunteren eben abgehenden Blattspur ausbiegt und sich ebenfalls anodisch an seinen Vereinigungsstrang, den 5tunteren, anlegt, um mit demselben auf dessen kathodischer Seite zu verschmelzen. Durchschnittlich etwa im 10tunteren Internodium wird endlich die herabsteigende Blattspur mit dem 5tunteren Strange vereintläufig. Dieses Verschmelzen tritt jedoch bei dem oder jenem Strange früher oder später ein; im älteren Theile lassen sich, wie schon bei Betrachtung der Querschnitte erwähnt wurde, die Stränge meist einige Internodien weiter herab verfolgen. — Die Blattspuren steigen etwa 3 Internodien vollständig frei herab und berühren erst dann das kathodisch benachbarte 10tobere Bündel.

Durch die Arten der Gattungen Frenela Mirb. und wohl auch Actinostrobus Miq. mit 3zähligen Blattquirlen schliessen sich die Actinostrobeen eng an die schon besprochene Unterabtheilung Oxycedrus der Gattung Juniperus L. an. Das Schema (für 2gliedrige Quirle) aber für die zu der Unterabtheilung Sabina gehörenden Wachholderarten erhält in den Gattungen Callitris Vent. und Libocedrus Endl. durch die so ungleiche Länge der successiven Internodien eine etwas verwickeltere Gestalt. Widdringtonia Endl. endlich hat spiralig gestellte Blätter und erinnert unter den Cupressineen an die später zu besprechende Gruppe der Taxodineen.

§. 3. Thujopsideae.

Biota Don.

B. orientalis Endl.[1]). Die kurzen, angedrückten Blätter des Chinesischen Lebensbaumes sind opponirt, die Zweige mehr oder weniger zusammengedrückt. Die Blattpaare alterniren genau mit einander. Der Fibrovasalstrang einer Blattspur geht, wie schon Nägeli[2]) angegeben hat, durch 2 Internodien nach unten und biegt

1) Endlicher a. a. O. p. 47. — Carrière a. a. O. p. 92. — Courtin a. a. O. p. 104.

2) Nägeli a. a. O. p. 60.

hier im nächstunteren Internodium (vergl. Taf. IV. Fig. 5)[1]) da, wo er auf die Blattspuren des 2tunteren Internodiums trifft, rechts oder links aus, um sich an eine Blattspur des im 2tunteren Internodium abgehenden Blattpaares und zwar im 2t- oder auch 3tunteren Internodium anzulegen. Dabei findet vorwaltend der Fall statt, dass beide Blattspuren desselben Quirls und mit ihnen sämmtliche Blattspuren desselben Sprosses entweder nach Rechts oder nach Links ausbiegen, also gleichwendig sind (vergl. Taf. IV. Fig. 5 u. 6); selner biegt die eine Blattspur nach Rechs, die andere nach Links und die beiden Blattspuren sind symmetrisch convergirend[2]). (Vgl. den Querschnitt auf Taf. IV. Fig. 7, wo von den im nächstoberen Internodium austretenden Blattspuren $\beta\beta$ die eine nach rechts, die andere nach links hin näher an einer höher austretenden Blattspur liegt, wenn sich der Beobachter in Gedanken in einer bestimmten Richtung um den Gefässbündelkranz herumbewegt; $\alpha\alpha$ die zunächst austretenden Blattspuren.) Im letzteren Falle kann eine Blattspur auch noch mehr Internodien weit herabsteigen, da sie sich dann nicht immer an die im 2tunteren Internodium austretende Blattspur anzulegen braucht, sondern auch mit einer tiefer austretenden Blattspur vereintläufig werden kann. Auf einem Querschnitt, wo die Stränge gleichwendig ausbiegen, liegen die im nächstoberen Internodium austretenden Blattspuren, wenn man von irgend einer Stelle ausgehend in constanter Richtung sich rings um den Gefässbündelkranz herum bewegt, beide rechts oder links einem der ihnen nebenläufigen Stränge etwas näher an als dem anderen. (Vergl. Taf. IV. Fig. 6, wo die im nächstoberen Internodium austretenden Blattspuren $\beta\beta$, wenn man in der Richtung einer rechts drehenden Spirale sich um den Gefässbündelkranz bewegen wollte, beide nach Rechts hin einer höher austretenden Blattspur genähert sind; $\alpha\alpha$ die zunächst austretenden Blattspuren.) Da sich jedoch später meist auch auf der anderen Seite der ausbiegenden Blattspur ein nach unten verlaufender Verbindungsstrang bildet, welcher mit der hier benachbarten Blattspur in Verbindung tritt, so wird der Verlauf der Stränge dem bei Juniperus Virginiana beschriebenen mehr und mehr ähnlich gemacht. In die Achselknospe treten 2 Stränge ein[3]). Die

---

1) Biota orientalis stimmt im Längsverlauf und in den Querschnitten so vollständig mit Thuja plicata überein, dass die für letzteres gelieferten Figuren auch hier gelten können.

2) Nägeli a. a. O. p. 60.

3) Nägeli a. a. O. p. 60.

Blattspuren bleiben im Blatte ungetheilt; im Kiel findet sich ein Harzgang.

Der Querschnitt durch die Axe einer Keimpflanze von B. orientalis Endl. und Thuja occidentalis L. unterhalb der Abgangsstelle der (gewöhnlich) in der Zweizahl auftretenden gegenständigen Cotyledonen zeigt nach Lestiboudois[1]) eine einzige langgestreckte Fibrovasalmasse, deren beide Enden den in die 2 Cotyledonen eintretenden Strängen entsprechen. Ob das Vorkommen von 3 quirlförmig gestellten Cotyledonen (von welchen einer den 2 anderen unter sich sehr genäherten opponirt war), und demgemäss von 3 abgehenden Fibrovasalsträngen für B. orientalis oder für Thuja occidentalis oder für beide zugleich gilt, ist bei Lestiboudois[2]) nicht deutlich zu ersehen.

B. pyramidalis Carrière[3]). Der pyramidenförmige Lebensbaum mit seinen schuppenförmigen Blättern, welcher von Vielen bloss für eine Varietät der vorigen Art gehalten wird, zeigt vollkommen dasselbe Verhalten.

B. pendula Endl. (Cupressus pendula Thunb.)[4]). Der hängende Lebensbaum mit schuppenförmigen, eilanzettlichen, zugespitzten, etwas entfernt stehenden Blättern und hängenden, an Casuarina erinnernden Zweigen mit verlängerten Internodien stimmt ebenfalls vielfach mit B. orientalis überein. In anderen Fällen zeigt er dagegen den bei Juniperus Virginiana beobachteten Gefässbündelverlauf und die Spaltung der herabsteigenden Blattspuren in 2 Gabeläste. Die Querschnitte zeigen daher bald das bei B. orientalis, bald das bei Juniperus Virginiana beobachtete Bild. B. pendula Endl. bildet demnach ein Vermittlungsglied zwischen den 2 genannten Arten. Auf den etwas unregelmässigen Gefässbündelverlauf hat schon Nägeli[5]) hingewiesen.

Thuja L.

Th. occidentalis L[6]). Der amerikanische Lebensbaum mit seinen in 4 Reihen gestellten Blättern zeigt dasselbe Verhalten, wie

1) Lestiboudois, Ann. d. Sc. Nat. III Sér. Tome X. p. 24. Pl. 2. Fig. 40.

2) Lestiboudois a. a. O. p. 24. Pl. 2. Fig. 41.

3) Endlicher a. a. O. p. 47. — Carrière a. a. O. p. 96. — Courtin a. a. O. p. 105.

4) Endlicher a. a. O. p. 49. — Carrière a. a. O. p. 97. — Courtin a. a. O. p. 106.

5) Nägeli a. a. O. p. 60.

6) Endlicher a. a. O. p. 51. — Carrière a. a. O. p. 103. — Courtin a. a. O. p. 106.

Biota orientalis. Die Blätter sind, wie dort, opponirt. Ein Quirl mit 2 kahnförmigen seitenständigen Blättern wechselt an den etwas zusammengedrückten Aesten constant mit einem Quirl von 2 angedrückten, Stirn- und Rückenseite einnehmenden Blättern. Die gleichwerthigen Blattpaare stehen genau über einander. Das Verhalten der Gefässbündel ist ebenfalls vollkommen gleich [1]), nur gewöhnlich noch deutlicher erkennbar, als bei Biota orientalis (vergl. Taf. IV. Fig. 5, 6, 7). Nach Nägeli [2]) findet das Ausbiegen der Blattspuren bei Thuja occidentalis und Biota orientalis an dem nämlichen Spross auch fast immer nach der gleichen Richtung hin statt, entweder nach Rechts oder nach Links. Zwölf Stränge, wie sie Nägeli [3]) auf Querschnitten von Th. occidentalis und Biota orientalis beobachtet hat, habe ich, wenigstens in den jüngeren Regionen und soweit die Bündel überhaupt noch dem Fibrovasalring, nicht schon dem Blatte angehörten, nicht gesehen; meist waren es 8, nämlich die 2 Blattspuren des Internodiums, die 2 Blattspuren des nächstoberen Internodiums (mit den ersteren alternirend) und zwischen je 2 von diesen 4 Strängen ein noch später abgehendes Gefässbündel. Aehnlich jedoch zeigte auch Callitris (siehe dort) auf Querschnitten durch jüngere Theile 8, auf solchen durch ältere Partieen aber 12 Stränge. Auch hier treten 2 Stränge in die Achselknospen ein. Die Blattspuren spalten sich nicht im Blatte.

Ueber das Verhalten der Gefässbündel zu den gegenständigen Cotyledonarblättern ist das bei Biota orientalis Erwähnte zu vergleichen. Drei Cotyledonarblätter (wenn überhaupt die Beobachtung von Lestiboudois [4]) sich auf Thuja occidentalis bezieht) müssen wenigstens ausserordenlich selten sein, da Duchartre [5]) angiebt, constant bloss 2 gegenständige Cotyledonarblätter gefunden zu haben, an denen auch nicht die geringste Spur einer angehenden Trennung zu bemerken gewesen wäre.

Th. plicata Don. [6]) stimmt vollkommen mit Th. occidentalis überein (vergl. Taf. IV. Fig. 5, 6, 7).

---

1) Nägeli a. a. O. p. 60.

2) Nägeli a. a. O. p. 60.

3) Nägeli a. a. O. p. 60.

4) Lestiboudois a. a. O. p. 24. Pl. II. Fig. 42.

5) Duchartre, Ann. d. Sc. Nat. III. Sér. Tome X. p. 230. — Vergl. Schacht, Anatomie und Physiologie Bd. II. p. 8. Fig 87. I.

6) Endlicher a. a. O. p. 51. — Carrière a. a. O. p. 102. — Courtin a. a. O. p. 108.

Th. gigantea Nutt. (Libocedrus decurrens Torr.)[1]) dagegen mit seinen zugespitzten Blättern und der etwas ungleichen Länge der Internodien erinnert an Callitris quadrivalvis und Libocedrus Chilensis. Es ist vielleicht als Uebergangsglied zwischen Biota und Thuja auf der einen, zwischen Callitris und Libocedrus auf der anderen Seite zu betrachten.

Die Gattungen Biota und Thuja, wozu auch wohl Thujopsis Sieb. und Zucc. zu rechnen ist, bringen dadurch, dass die herabsteigenden Stränge sich nicht (sofort wenigstens) in 2 Gabeläste spalten und meist etwas tiefer, als bei Juniperus z. B., vereintläufig werden, zu den Typen des Gefässbündelverlaufs der früheren Gruppen ein neues vermittelndes Glied, welches sich von allen übrigen in nicht unwichtigen Punkten unterscheidet. In wie weit sich hier Fitz-Roya Hook. fil. anschliesst, konnte ich nicht untersuchen.

§. 4. Cupressineae verae.

Cupressus Tourn.

C. fastigiata DC. (C. sempervirens Mill., C. pyramidalis Targioni-Tozzetti)[2]). Die immergrüne, aufrechte Cypresse mit sehr kleinen, schuppenförmigen, opponirten Blättern und genau alternirenden Blattpaaren schliesst sich in Hinsicht auf Gefässbündelverlauf so eng an Juniperus Sabina an, dass ich auf das dort Gesagte verweise.

Lestiboudois[3]) fand auf einem Querschnitt durch den Stamm einer Keimpflanze etwas unterhalb der Abgangsstelle der für die Cotyledonarblätter bestimmten Stränge ähnlich, wie bei Biota orientalis und Thuja occidentalis, eine einzige langgestreckte Fibrovasalmasse, deren Enden den 2 in die 2 Cotyledonarblätter austretenden Blattspuren entsprechen. Ein Querschnitt gleich unterhalb der Abgangsstelle der für die Cotyledonarblätter bestimmten Stränge zeigte dagegen schon 2 sich gegenüberstehende, nicht mehr mit einander in Verbindung stehende Gefässbündel und zwischen diesen auf jeder Seite 3 kleinere. Die 2 grösseren von diesen 8 Strängen entsprechen den in die Cotyledonarblätter austretenden Gefässbündeln; je der mittelste von den auf jeder Seite befindlichen 3 kleineren Strängen ist dagegen

---

1) Endlicher a. a. O. p. 52. — Carrière a. a. O. p. 105. — Courtin a. a. O. p. 107.

2) Endlicher a. a. O. p. 57. — Carrière a. a. O. p. 116. — Courtin a. a. O. p. 113.

3) Lestiboudois a. a. O. p. 25 u. 26. Pl. II. Fig. 28 u. 29.

jedenfalls als eine Blattspur zu betrachten, welche von einem der ersten genau in der Mitte zwischen den 2 Cotyledonarblättern stehenden Laubblätter herabsteigt. Einmal beobachtete Lestiboudois[1]) auch eine Spaltung eines Cotyledonarstranges in 2 Stränge, welche jedoch noch vor ihrem Austritte in das Blatt wieder vereintläufig wurden.

C. funebris Endl. (C. pendula Staunton)[2]). Die Trauercypresse zeigt an den mit gegenständigen, schuppenförmigen, spitzen Blättern versehenen Zweigen die gleichen Eigenschaften, wie die vorige Art.

Chamaecyparis Spach.

Ch. ericoides Carrière (Widdringtonia ericoides Knight)[3]). Die haidekrautähnliche Cypresse mit ihren opponirten, seltner in einem 3gliedrigen Quirl stehenden, lang linearen, stumpflichen Blättern schliesst sich im Längsverlauf der Blattspuren und in deren gegenseitiger Stellung im Querschnitt so eng an Juniperus Virginiana an, dass ich auf letzteres verweise.

Ch. glauca hort.[4]). Während Ch. ericoides Carrière und mit ihm alle übrigen Vertreter der Gattung Chamaecyparis 2-, seltner mehrgliedrige Blattquirle besitzen, sind allein bei Ch. glauca die einander sehr genäherten, an dem untersuchten Spross fast ovalen, stumpflichen, grünlichweissen Blätter in eine links- oder auch rechtsläufige Spirale gestellt, deren einzelne Glieder $^3/_8$ oder auch $^5/_{13}$ Stellung zeigen.

Auf einem Querschnitt wenig unterhalb der Terminalknospe treten ungefähr 12 bis 16 mehr oder weniger getrennte Fibrovasalstränge auf, von welchen nur je einer in ein Blatt ausmündet. Die Folge der nach und nach in die Blätter austretenden Stränge (vergl. Taf. IV. Fig. 13. Der Querschnitt ist von unten gesehen, die Richtung der Spirale daher scheinbar eine rechtsläufige) ist in der Richtung der aufsteigenden Spirale: 0, 8, 3, 11, 6, 1, 9, 4, 12, 7, 2, 10, 5, 13, 0. Im Gefässbündelkranze, aus welchem die zunächst abgehenden Blattspuren schon mehr oder weniger herausgetreten sind, steht dem Ausgangsstrange 0 etwa das 4te Bündel diametral gegenüber. Dem Strange 0 folgt in der Richtung der aufsteigenden Spirale (vergl. Taf. IV. Fig. 13)

1) Lestiboudois a. a. O. p. 24. Pl. II. Fig. 28. — Vergl. Nägeli a. a. O. p. 58.

2) Endlicher a. a. O. p. 58. — Carrière a. a. O. p. 120. — Courtin a. a. O. p. 110.

3) Carrière a. a. O. p. 140. — Courtin a. a. O. p. 116.

4) Carrière a. a. O. p. 141.

nach einem ziemlich grossen Zwischenraum das 8te Bündel, gleich neben letzterem, in sehr geringer Entfernung, der eben zum Austreten sich anschickende Strang 3, darauf in ebenfalls geringer Weite die an einander liegenden Bündel 11 u. 6, ferner nach beiden Seiten hin gehörig isolirt die mit 1 bezeichnete Blattspur, nun die 3 an einander liegenden, eine 3strängige Gruppe bildenden, Fibrovasalstränge 9, 4 u. 12, darauf allein stehend Strang 7 und nach beiden Seiten hin isolirt Blattspur 2 und endlich zwischen 2 u. 0 die 3 sich noch berührenden Stränge 10, 5 u. 13. Es liegen also zwischen 0 und 1, 1 und 2, 2 und 3 (hier nach Abgang von 0) je 4 Stränge; zwischen 3 und 4, 4 und 5, 5 und 6 (nach Abgang der betreffenden Blattspuren 1', 2, 3) dagegen nur je 3 Stränge u. s. w., wobei allerdings nicht berücksichtigt worden ist, dass der Gefässbündelkranz immer von Neuem durch frisch eintretende Stränge in seiner Integrität wiederhergestellt wird.

So würde nach Abgang von 0 das 4te Bündel zwischen sich und dem auf seiner kathodischen Seite liegenden Bündel 9, und zwischen sich und dem auf seiner anodischen Seite liegenden Bündel 12 einen, wenn auch vorerst nur sehr geringen, Zwischenraum lassen; Strang 12 würde nach 7 hinübertreten und dieses berühren und neben Strang 6 endlich und demselben auf dessen anodischer Seite anliegend würde das neu auftretende 14te Bündel heruntersteigen. Diesem entsprechende Veränderungen würden ebenso nach Abgang der Blattspuren 1, 2, 3 u. s. w. erfolgen. Vergleicht man die Folge der Blattspuren auf den Querschnitten durch einen Spross von Chamaecyparis glauca mit der bei Widdringtonia juniperoides gefundenen Reihenfolge, so wird man die grosse Aehnlichkeit zwischen beiden leicht erkennen. Ch. glauca unterscheidet sich kaum durch mehr als eine etwas grössere Anzahl von Blattspuren von Widdringtonia juniperoides. Der Grund hiefür liegt darin, dass sich bei letzterem die Blattspuren nur etwa 8 Internodien weit deutlich erkennbar verfolgen lassen, während die Blattspuren der ersten Art durch 10 und mehr Internodien weit herabsteigen, ehe sie mit einer tiefer austretenden Blattspur vereintläufig werden.

Die Fibrovasalstränge besitzen einen leicht geschlängelten Verlauf. Sobald ein Strang in ein Blatt ausgetreten ist, biegt sich der auf der kathodischen Seite liegende 5tobere Strang zugleich mit dem ihm auf der anodischen Seite anliegenden 13tobereren Strang (vom Ausgangsstrang 0 gerechnet) anodisch herüber. Ebenso bewegt sich der auf der anodischen Seite (vom Ausgangsstrang 0) befindliche 8t-

obere Strang, welcher sich bereits vom 3'oberen getrennt hat, in kathodischer Richtung ausbiegend, nach dem 13'oberen hinüber, legt sich an diesen an und bildet so mit diesem über der ausgetretenen Blattspur eine mehr oder weniger vollkommen geschlossene Schlinge. Vergleicht man nun die Vorgänge bei Chamaecyparis glauca mit den bei Widdringtonia juniperoides gefundenen Verhältnissen, so wird man, abgesehen von der etwaigen Richtung der aufsteigenden Spirale, sehr viel Analoges finden. Bei beiden liegen auf der anodischen Seite von 0 je die 3'- und die 8'obere Blattspur, auf der kathodischen die 5'-obere. Dagegen findet sich auf der kathodischen Seite des Ausgangsstranges 0 bei Widdringtonia juniperoides zunächst bloss der 5'obere Strang, während bei Chamaecyparis glauca sich bereits der 13'obere Strang zwischen den 5'oberen und den mit 0 bezeichneten Fibrovasalstrang eingeschoben hat. Die ausgehenden Stränge scheinen sich bei ihrem Austritt in ein Blatt nicht bloss in radialschiefer, sondern auch in ein wenig tangentialschiefer Richtung zu bewegen. Hierdurch und durch die eben besprochene Schlingenbildung wird der sonst ziemlich lothrechte Verlauf der Stränge gestört.

Ein Fibrovasalstrang steigt etwa 9 bis 11 Internodien deutlich getrennt herab, 12 bis 14 Internodien aber, ehe er mit dem auf seiner kathodischen Seite befindlichen 8'unteren Strang vereintläufig wird. Er läuft einige Internodien weit neben dem auf seiner anodischen Seite herabsteigenden 5'unteren Strang her und biegt dann anodisch über der Austrittsstelle der 8'unteren Blattspur aus, legt sich in kathodischer Richtung an dieselbe an und verschmilzt endlich mit derselben und zwar auf deren anodischer Seite. (Ein ähnliches Verhalten zeigt auch die später zu besprechende Art Cryptomeria Japonica, nur dass bei letzterer die herabsteigenden Blattspuren ein paar Internodien weiter vollständig frei bleiben. Vergl. daher Taf. IV. Fig. 10.) Während also bei Widdringtonia juniperoides die Blattspuren anodisch über der 8'-unteren Blattspur ausbiegen, um sich ebenfalls in anodischer Richtung an ihren Vereinigungsstrang, den 5'unteren, anzulegen, biegen dieselben bei Chamaecyparis [illegible]auca ebenfalls anodisch über der 8'unteren Blattspur [illegible]. legen sich aber in kathodischer Richtung an ihren [illegible]nigungsstrang, den 8'unteren, an. So ist es wenigstens [illegible] von mir untersuchten Sprosse) in der Regel der Fall. [illegible] jedoch legt sich ausnahmsweise auch ein Blattspurstrang, [illegible]odisch an den 8'unteren, in anodischer Rich-

tung an den 5ᵗunteren an, um mit demselben und zwar auf dessen kathodischer Seite vereintläufig zu werden. Der Verlauf der Blattspuren entspricht dann dem auf Taf. IV. Fig. 5 für Widdringtonia juniperoides gegebenen Schema vollständig. — Die Blattspuren bleiben etwa 2 Internodien weit vollständig frei.

Die ächten Cupressineen schliessen sich durch die Gattungen Cupressus und Chamaecyparis eng an die Juniperineen hinsichtlich ihres Gefässbündelverlaufs an. Nur einzig Chamaecyparis glauca erinnert durch die Spiralstellung seiner Blätter und durch das Verhalten seiner Fibrovasalstränge unter den bis jetzt besprochenen Coniferen an die den Actinostrobeen zugehörige Gattung Widdringtonia.

§. 5. Taxodineae.

Taxodium Rich.

T. distichum Rich.[1]). Die linearen, in 2 Zeilen gestellten, im Herbste abfallenden Blätter der laubabwerfenden Cypresse stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale und zwar an dem ausgebildeten Zweig vorherrschend in $^3/_8$ Stellung oder auch in einer höheren.

Auf einem Querschnitt bemerkt man in den Seitenzweigen 9—10 Fibrovasalstränge (vergl. Taf. IV. Fig. 14), von welchen nur je einer auf einmal in ein Blatt ausmündet. Die Folge der successiv in die Blätter austretenden Blattspuren ist in der Richtung der aufsteigenden Spirale: 0, 8, 3, 6, 1, 9, 4, 7, 2, 5, 0. In dem Gefässbündelkranze, aus welchem die 3 zuerst abgehenden Blattspuren schon entsprechend weit herausgetreten sind, steht dem Ausgangsbündel 0 etwa der 9ᵗᵉ Strang (bei Widdringtonia juniperoides und Chamaecyparis glauca war es meistens der 4ᵗᵉ) diametral gegenüber. Dem Ausgangsstrange 0 folgen nun in anodischer Richtung und in gehöriger Entfernung von 0 die sich noch berührenden drei Stränge 8, 3 u. 6, dann nach beiden Seiten hin genügend isolirt Blattspur 1, auf diese die zwei sich berührenden Bündel 4 u. 7, dann in geringer Entfernung Strang 2 und zwischen 2 und 0, von ersterem wenig, von letzterem weiter entfernt endlich die 5ᵗᵉ Blattspur. Wenn man also davon absieht, dass der Gefässbündelkranz nach Abgang der einzelnen Blattspuren immer wieder durch neu dazwischen tretende Fibrovasalstränge in seiner Integrität wiederhergestellt wird, so würden zwischen 0 und 1 sich 3 Stränge, zwischen 1 und 2, 2 und 3 (nach Abgang von 0)

---

1) Endlicher a. a. O. p. 68. — Carrière a. a. O. p. 144. — Courtin a. a. O. p. 118.

dagegen deren nur 2 und (nach Abgang von 1 und 2) zwischen 3 und 4, 4 und 5 sich sogar nur noch ein einziger Strang vorfinden u. s. w.

Nach Austritt der Blattspur 0 isolirt sich Fibrovasalstrang 3 von 8 und 6, indem ersteres (8) kathodisch hinüberbiegt, um sich über der Ausgangsstelle von 0 an Strang 5 anzulehnen, letzteres (6) aber anodisch etwas nach 1 herüberbiegt. Neben der 4ten Blattspur und dieselbe auf deren kathodischer Seite berührend würde endlich, um die frühere Zahl der Blattspuren wiederherzustellen, ein neuer Strang, der 9te, heruntersteigen. Aehnliche Veränderungen würden nach Abgang der Stränge 1, 2, 3 u. s. w. eintreten. Vergleicht man die Folge der Blattspuren auf dem Querschnitte mit der bei Widdringtonia juniperoïdes und Chamaecyparis glauca gefundenen Reihe, so wird die grosse Aehnlichkeit sofort in die Augen springen.

Sofort nach Austritt einer Blattspur (0) biegt auf dem Schema des Längsverlaufs der 5^{t}obere auf der kathodischen Seite befindliche Strang anodisch, der 8^{t}obere auf der der anodischen Seite liegende aber kathodisch herüber. Beide Stränge bilden über der Abgangsstelle der Blattspur 0 eine kurze Schlinge, da die Berührung der Stränge meist schon in der unteren Hälfte des nächstoberen Internodiums stattfindet. Die Verhältnisse sind also hier wiederum den bei Widdringtonia juniperoides beobachteten vollständig ähnlich (vergl. daher Taf. IV. Fig 8). Von Chamaecyparis glauca unterscheidet sich Taxodium distichum in einigen unwichtigeren Einzelheiten.

Jeder Fibrovasalstrang lässt sich etwa 8 Internodien hindurch verfolgen, ehe er anodisch über der Austrittsstelle der 8^{t}-unteren Blattspur herüberbiegt und sich ebenfalls anodisch an den 5^{t}unteren Strang anlegt, mit welchem er etwa im 10^{t}unteren Internodium und zwar auf der kathodischen Seite des genannten Stranges vereintläufig wird. Bei Widdringtonia juniperoides ist es ebenfalls der 5^{t}untere Strang, mit welchem die herabsteigende Blattspur vereintläufig wird, bei Chamaecyparis glauca dagegen erst der 8^{t}untere (vergl. die beiden Schemata Taf. IV. Fig. 8 u. 10). Während aber die herabsteigende Blattspur bei Widdringtonia juniperoides und Taxodium distichum sich in anodischer Richtung an ihren Vereinigungstrang anlegt und mit demselben auf dessen kathodischer Seite verschmilzt, tritt bei Chamaecyparis glauca die herabsteigende Blattspur in kathodischer Richtung an ihren Vereinigungsstrang und wird mit demselben auf dessen ano-

discher Seite vereintläufig. — Eine Blattspur bleibt etwa 3 Internodien hindurch vollständig frei.

T. distichum ist auch von Hanstein[1]) untersucht worden. Die Zahl der Gefässstränge ist nach demselben etwa dieselbe, als hier angegeben wurde; in stärkeren Zweigen grösser, in schwächeren geringer.

Glyptostrobus Endl.

Gl. heterophyllus Endl. (Schubertia Japonica Spach)[2]). Die kleinen, schuppenförmigen, an dem Grunde der Zweige des Chinesischen Taxodium stehenden Blätter sowohl, als auch die längeren, etwas höher an der Zweigaxe befindlichen Blätter stehen in einer, wie es scheint, vorwaltend rechtsläufigen Spirale. Die Stellung ist gewöhnlich $^5/_{13}$ Stellung, doch wird ihre Regelmässigkeit bisweilen durch ungleiches Verwachsen mit dem Stengelorgan modificirt, so dass Untersuchungen, an schon vorgerückteren Stadien angestellt, nicht immer zu den gewünschten Resultaten führen.

Auf einem Querschnitt bemerkt man etwa 10—15 mehr oder weniger getrennte Fibrovasalstränge. Ein Blatt empfängt nur einen Strang. Die Folge der Blattspuren ist in der Richtung der aufsteigenden Spirale (vergl. Taf. IV. Fig. 12. Der Querschnitt ist von unten gesehen; die Spirale demgemäss scheinbar eine linksläufige): 0, 8, 3, 6, 1, 9, 4, 7, 2, 10, 5, 0. In dem Gefässbündelkranze, aus welchem die 3 zunächst austretenden Blattspuren schon entsprechend weit herausgetreten sind, steht, wie bei Widdringtonia juniperoides und Chamaecyparis glauca, etwa das 4te Bündel dem Ausgangsstrange 0 diametral gegenüber. Auf 0 folgen nun in anodischer Richtung und nach ziemlich weitem Zwischenraum die sich unter einander mehr oder weniger noch berührenden Bündel 8, 3 u. 6 (die Verbindung zwischen 3 und 6 auf der einen, zwischen 3 und 8 auf der anderen Seite ist sehr locker, dann und wann vielleicht schon gelöst), darauf erscheint, beiderseits gehörig isolirt, Strang 1, darauf die sich unter einander noch berührenden Blattspuren 9, 4 und 7, ferner die isolirte und eben heraustretende Blattspur 2 und zwischen 2 und 0 endlich die von 0 durch einen grösseren, von 2 durch einen kleineren Zwischenraum geschiedenen, unter einander sich berührenden Stränge 10 und 5. Zwischen 0 und 1, 1 und 2, 2 und 3 finden sich demgemäss,

1) Hanstein, in Pringsheim Jahrb. Bd. I. p. 259. — Ann. des Sc. Nat. IV. Série. Tome 8. p. 22.

2) Endlicher a. a. O. p. 70. — Carrière a. a. O. p. 151. — Courtin a. a. O. p. 116.

ohne Berücksichtigung später neu eintretender Bündel, je 3 Stränge, zwischen 3 und 4, 4 und 5 je 2 u. s. w. Die zunächst abgehenden Stränge 0, 1, 2, 3 u. s. w. sind dabei an den betreffenden Orten auszuschalten.

Nach Austritt der Blattspur 0 wird der Strang 3 beiderseits isolirt, indem sich die Blattspur 8 kathodisch herüberbiegt, um sich schon im nächstoberen oder im 2ᵗoberen Internodium über der Abgangsstelle von 0 an das Strangpaar 5 und 10 anzulegen; und indem ferner sich Strang 6 anodisch hinüberbewegt, um sich im 2ᵗ- oder 3ᵗoberen Internodium über der dann eben ausgetretenen Blattspur 1 an Fibrovasalstrang 9 anzulegen. Der neu eintretende Strang 11 endlich steigt auf der kathodischen Seite von 6 und demselben eng anliegend herab. Die grosse Aehnlichkeit mit Widdringtonia juniperoides, Chamaecyparis glauca und Taxodium distichum ist unverkennbar.

An einem schon in etwas vorgerückterem Stadium befindlichen Zweige, an welchem ich mit Hülfe successiver Querschnitte die Gesetze des Gefässbündelverlaufs untersuchen wollte, waren hauptsächlich in den tieferen Partieen bedeutende Unregelmässigkeiten wahrzunehmen, obgleich auch hier noch die einzelnen Stränge ganz deutlich von einander zu unterscheiden waren. So ging ein Fibrovasalstrang, z. B. 3, früher zum Blatte ab, als er bei regelmässiger Folge hätte gehen sollen, so dass die Blattspuren in der Ordnung 1, 3, 2 z. B. aus dem Gefässbündelkranze austraten. Auf anderen Schnitten, welche an frisch getriebenen Sprossen gleich unterhalb der Terminalknospe gemacht wurden, trat dagegen das Gesetz des Gefässbündelverlaufs in seiner ganzen Regelmässigheit hervor.

Sofort nach Austritt einer Blattspur biegt sich im Schema des Längsverlaufes der Stränge der auf der kathodischen Seite des austretenden Bündels liegende 5ᵗobere Strang anodisch hinüber, der auf der anodischen Seite liegende 8ᵗobere kathodisch herüber, so dass über der ausgetretenen Blattspur eine nicht gar lang gezogene Schlinge gebildet wird. Glyptostrobus heterophyllus nähert sich also auch hierdurch dem Verhalten der schon beschriebenen Arten mehr und mehr (vergl. Taf. IV. Fig. 8).

Ein Fibrovasalstrang steigt etwa 8 Internodien hindurch deutlich getrennt herab. Ungefähr im 3ᵗ- oder 4ᵗunteren Internodium läuft er eine kurze Strecke neben dem auf der anodischen Seite befindlichen 8ᵗoberen Strange einher, bis er kathodisch über der Austrittstelle der 5ᵗunteren Blattspur und dann anodisch über der

Abgangsstelle der 8'unteren Blattspur herüberbiegt und sich in anodischer Richtung an die 5'untere Blattspur anlegt, um mit derselben und zwar auf deren kathodischer Seite etwa im 11'- oder 12'unteren Internodium vereintläufig zu werden. Also auch in dieser Hinsicht stimmt Gl. heterophyllus vortrefflich mit Widdringtonia juniperoides und Taxodium distichum (vergl. daher Taf. IV. Fig. 8), wo die Vereinigung der herabsteigenden Blattspuren mit dem 5'unteren Strange in anodischer Richtung, d. h. auf der kathodischen Seite des genannten Stranges stattfindet; bei Chamaecyparis glauca war es der 8'untere Strang, mit welchem sich die herabsteigende in kathodischer Richtung, d. h. auf der anodischen Seite des genannten Stranges verschmolz. — Eine Blattspur bleibt etwa die 3 obersten Internodien hindurch vollständig frei).

Cryptomeria Don.

Cr. Japonica Don. [1]). Die pfriemenförmigen, gebogenen, spitzen, seitlich zusammengedrückten Blätter der Japanischen Ceder stehen in einer vorherrschend linksläufigen Spirale (vergl. Taf. IV. Fig. 10). Die Stellung ist $^5/_{13}$ Stellung (vergl. auf Taf. IV. Fig. 10 die Stellung der Blattspuren 0 und 13).

Auf einem Querschnitt etwas unterhalb der Terminalknospe eines stärkeren Zweiges kann man etwa 18—21 einsträngige Blattspuren unterscheiden, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale (vgl. Taf. IV. Fig. 11. Der Querschnitt ist von der unteren Fläche gezeichnet, daher die Richtung der Spirale scheinbar eine rechtsläufige) folgende Reihe bilden: 0, 8, 16, 3, 11, 19, 6, 14, 1, 9, 17, 4 12, 7, 15, 2, 10, 18, 5, 13, 0. Dem Ausgangsbündel 0 steht im Gefässbündelkranze, aus welchem schon die 5 zunächst in die Blätter übergehenden Stränge entsprechend mehr oder weniger weit herausgetreten sind, etwa der 9te Strang diametral gegenüber. In anodischer Richtung folgen nun auf 0 (welches oft schon so weit aus dem Kranze herausgetreten ist, dass, wenn man vom Kreiscentrum eine Gerade nach 0 ziehen wollte, diese mitten durch den Strang 13 gehen würde), in ziemlicher Entfernung die sich berührenden Stränge 8 u. 16 (vgl. hier und im Folgenden Taf. IV. Fig. 11), darauf der isolirte Strang 3, die sich unter einander berührenden Stränge 11, 19, 6 und 14, dann Blattspur 1 (fast in derselben Weise hinter 14 stehend, wie 0 hinter

1) Endlicher a. a. O. p. 72. — Carrière a. a. O. p. 154. — Courtin a. a. O. p. 112.

13), das Strangpaar 9 und 17, die eben isolirte Blattspur 4, welche bisweilen noch locker mit dem nun folgenden Strang 12 in Verbindung steht, das Strangpaar 7 und 15, die stark isolirte Blattspur 2, und endlich zwischen 2 und 0 die sich unter einander berührenden Bündel 10, 18, 5 und 13. Sieht man von neu in den Gefässbündelkranz eintretenden Strängen ab und betrachtet man die nach und nach zu erwähnenden Blattspuren am betreffenden Orte als abgegangen, so findet man zwischen 0 und 1 noch 7 Stränge, zwischen 1 und 2, 2 und 3, 3 und 4 deren je 6, zwischen 4 und 5, 5 und 6 je 5, zwischen 6 und 7, 7 und 8, 8 und 9 aber bloss noch je 4 Stränge u. s. w.

Ist 0 ausgetreten, so wird Bündel 5 isolirt (auf diese Verhältnisse hat bloss der Querschnitt auf Taf. IV. Fig. 11 Bezug, nicht aber das Schema auf Taf. IV. Fig. 10, welches für einen schwächeren bloss 15strängigen Spross entworfen ist. Lässt man jedoch auf diesem Schema jeden Strang noch 5 Internodien weit heruntersteigen, ehe er verschmilzt, so erhält man das Schema für einen 20strängigen Zweig, welcher also Fig. 11 vollständig entsprechen würde), indem Strang 13 sehr wenig in anodischer Richtung nach 8 hinüberrückt, das Strangpaar 18 und 10 aber in kathodischer Richtung von 5 sich hinbewegt. Nach Abgang der Blattspuren 1, 2, 3 u. s. w. finden entsprechende Veränderungen statt. Das verlorene Gefässbündel 0 wird ferner dadurch ersetzt, dass neben 12 der Strang 20 kathodisch herniedersteigt und sich zwischen 12 und 7 derart hineinschiebt, dass die Bündel 12, 20, 7 und 15 eine Reihe sich unter einander berührender Stränge darstellen. Diese bei Cr. Japonica gefundenen Verhältnisse haben also sehr viel Verwandtes mit den übrigen untersuchten und mit spiraliger Blattstellung versehenen Cupressineen.

Gleich nachdem eine Blattspur abgegangen ist (vergl. Taf. IV. Fig. 10), biegt sich der auf der kathodischen Seite der abgegangenen Blattspur 0 liegende 13ᵗobere Strang anodisch hinüber, die auf der anodischen Seite befindlichen Stränge (zunächst der 8ᵗ obere mit dem ihm auf der anodischen Seite bisweilen schon anliegenden 16ᵗoberen Strang) aber rücken kathodisch herüber. So entsteht etwa im 2ᵗ-oberen Internodium durch das Zusammentreffen der über der ausgetretenen Blattspur convergirenden Stränge eine Schlinge. Cr. Japonica unterscheidet sich dabei von allen untersuchten Cupressineen mit spiraliger Blattstellung dadurch, dass hier (in stärkeren Sprossen) auch noch ein 16ᵗoberer Strang an der Schlingenbildung mit Theil nimmt. Wie bei allen untersuchten Cupressineen findet sich auch

hier der 8'obere Strang auf der anodischen, der 5'obere, zu welchen bei Chamaecyparis glauca z. B. noch der 13'obere hinzutritt, aber auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur.

Ein Fibrovasalstrang steigt etwa (vergl. Taf. IV. Fig. 10) 13 und mehr Internodien weit deutlich getrennt herab, biegt kathodisch über der 13'unteren Blattspur herüber und legt sich in kathodischer Richtung an die 8'untere Blattspur an, um mit derselben und zwar auf deren anodischer Seite etwa im 20st unteren Internodium oder schon etwas früher vereintläufig zu werden. Während bei den 3 übrigen Cupressineen mit Spiralstellung der Blätter die herabsteigenden Stränge mit je dem 5'unteren Strange vereintläufig werden, vereinigen sich bei Chamaecyparis glauca und Cr. Japonica dieselben erst mit je dem 8'unteren und zwar legen sich bei beiden Arten die herabsteigenden Blattspuren in kathodischer Richtung an ihren Vereinigungsstrang an, um mit demselben auf dessen anodischer Seite zu verschmelzen. — Die Blattspuren bleiben ungefähr 4—5 Internodien hindurch vollständig frei.

Hanstein[1]) untersuchte die zartere Varietät Cryptomeria Japonica var. Lobbii (Cr. Lobbii hort.) und fand auf den Querschnitten 9—13 Gefässstränge vor. Die Blattstellung schwankt nach ihm zwischen $^3/_8$ und $^5/_{13}$. Auf den von ihm gegebenen Querschnitten folgen die Bündel, den Ausgangsstrang mit 0 bezeichnet, in anodischer Richtung folgendermaassen auf einander: 0, 8, 3, 6, 1, 9, 4, 7, 2, 5, 0. Es ist also vollständige Analogie mit den von mir untersuchten robusteren Zweigen der Art vorhanden. Nimmt man an, dass jeder darauf folgende Querschnitt dieselbe Reihenfolge der Stränge gezeigt habe, nur mit den entsprechenden Modificationen, und construirt daraus ein Schema, so würden sich in demselben über der Abgangsstelle einer Blattspur der auf der kathodischen Seite liegende 5'obere Strang und der auf der anodischen Seite befindliche 8'obere einander nähern, ohne jedoch durch gegenseitige Berührung eine geschlossene Schlinge zu bilden (vergl. etwa die obere Hälfte des für Widdringtonia juniperoides auf Taf. IV. Fig. 10 gegebenen Schema's). Jeder herabsteigende Fibrovasalstrang würde sich ausserdem, nachdem er anodisch über der 8'unteren Blattspur herübergebogen wäre, in anodischer Richtung an den 5'unteren Strang anlegen, um mit demselben und zwar auf dessen kathodischer Seite ungefähr im 10'unteren Internodium vereintläufig zu werden.

1) Hanstein, in Pringsheim Jahrb. Bd. I. p. 259. Taf. XVIII. Fig. 20 u. 21. [Ann.] des Sciences Nat. IV. Sér. Tome 8. p. 22. Pl. III. Fig. 20 u. 21.

Also im Längsverlauf herrscht vollständige Analogie mit denjenigen Cupressineen, welche auf dem Querschnitt eine geringere Bündelzahl zeigen, wie z. B. Widdringtonia juniperoides und Taxodium distichum, so in der gegenseitigen Lage, dem Ausbiegen bestimmter Stränge über einer ausgetretenen Blattspur und dem in anodischer Richtung erfolgenden Vereinigtwerden der herabsteigenden Blattspuren. Cr. Japonica zeigt noch deutlicher als Chamaecyparis glauca, dass bei ein und derselben Species die herabsteigenden Blattspuren in dem einen Falle mit dem 5[t]unteren, in dem anderen mit dem 8[t]unteren Strange vereintläufig werden können. Und zwar scheint auf dieses Verhalten die Anzahl der Blattspuren von maassgebendem Einfluss zu sein, da bei einer grösseren Anzahl von Fibrovasalsträngen die Blattspuren gemeiniglich auch tiefer zu ihrem Vereinigungsstrang heruntersteigen. Doch war bei Cr. Japonica der Vereinigungsstrang in ein und demselben Sprosse für jede einzelne Blattspur genau derselbe, d. h. entweder immer der 8[t]- oder immer der 5[t]untere, während bei Chamaecyparis glauca beide Typen in ein und demselben Zweige neben einander vorkommen zu können schienen. — Die Blattspuren wären bei der Varietät Lobbii nur ungefähr 3 Internodien hindurch vollständig frei.

Die kleine Gruppe der Taxodineen zeichnet sich vor den meisten übrigen schon besprochenen Cupressineen durch die spiralige Anordnung der Blätter aus, welche allen ihren Gliedern eigen ist. Durch die Reihenfolge der Stränge in der Richtung der aufsteigenden Spirale haben die 3 untersuchten Taxodineen so viel Analoges mit den 2 übrigen schon besprochenen Cupressineen mit Spiralstellung der Blätter, dass sie sich in Hinsicht auf Gefässbündelverlauf eng an dieselben anschliessen. Taxodium distichum, Glyptostrobus heterophyllus (und Cryptomeria Japonica var. Lobbii), bei welchen die herabsteigenden Blattspuren in anodischer Richtung mit je dem 5[t]unteren vereintläufig werden, stimmen darin mit Widdringtonia juniperoides überein; Cryptomeria Japonica, bei welchem die herabsteigenden Blattspuren mit je dem 8[t]unteren Strang in kathodischer Richtung vereintläufig werden, hat dagegen wiederum die meiste Aehnlichkeit mit Chamaecyparis glauca.

§. 6. Sequoieae.

Sequoia Endl.

S. sempervirens Endl. (Taxodium sempervirens Lamb.)[1]. Die linearen, sichelförmig gebogenen, unterseits weisslichen, herablaufenden, in 2 Zeilen gestellten, spitzen Blätter des immergrünen Taxodium stehen in einer, wie es scheint, vorherrschend linksläufigen Spirale. Die Stellung schwankt zwischen $^2/_5$ und $^5/_{13}$.

Auf einem Querschnitt etwas unterhalb der Terminalknospe eines Zweiges kann man etwa 10—12 einsträngige Blattspuren unterscheiden, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale die Reihe: 0, 8, 3, 11, 6, 1, 9, 4, 7, 2, 10, 5, 0 bilden. Dabei steht dem Ausgangsstrange 0 etwa der 4te oder 9te Strang diametral in dem Gefässbündelkranze gegenüber. Die 2 oder 3 zunächst abgehenden Blattspuren sind schon mehr oder weniger weit aus diesem Kranze herausgetreten. In anodischer Richtung folgen auf das schon weit herausgetretene 0 die sich noch berührenden Blattspuren 8, 3, 11 u. 6, dann die isolirte Blattspur 1, das Strangpaar 9 und 4, und zuletzt die 4 Stränge 7, 2, 10 und 5, von welchen sich Strang 2 entweder schon etwas von den anderen getrennt hat oder wenigstens nur noch in sehr lockerer Verbindnng mit denselben steht. Auf solch einem Querschnitt finden sich, nach Ausschaltung der nach und nach abgehenden Fibrovasalstränge zwischen 0 und 1 noch 4 Stränge, zwischen 1 und 2, 2 und 3, 3 und 4 deren je 3, zwischen 4 und 5, 5 und 6 aber schon bloss je 2 u. s. w.

Ist nun 0 ausgetreten, so wird die Blattspur 2 isolirt (wenn es nicht schon ein wenig früher geschehen ist), indem Strang 7 in kathodischer Richtung an Bündel 4 sich anlegt, das Strangpaar 10 und 5 aber anodisch über die Austrittsstelle der Blattspur 0 hinüberrückt. Um endlich den Verlust des abgegangenen Gefässstranges zu ersetzen, schiebt sich zwischen 4 und 7, dem Strang 7 auf dessen kathodischer Seite sich anlegend, die nun sichtbar werdende Blattspur 12 so hinein, dass die Bündel 9, 4, 12 und 7 eine zusammenhängende Reihe von sich unter einander berührenden Strängen bilden.

Nachdem ein Strang abgegangen ist, neigen sich der auf der kathodischen Seite liegende 5tobere Strang anodisch und der auf der anodischen Seite des abgegangenen Stranges liegende 8tobere katho-

1) Endlicher a. a. O. p. 198 — Carrière a. a. O. p. 164. — Courtin a. a. O. p. 117.

disch hinüber und herüber und bilden so über der ausgetretenen Blattspur eine Schlinge.

Jede Blattspur steigt etwa 7 Internodien weit herab, ehe sie sich, anodisch über der 8tunteren Blattspur ausbiegend, in anodischer Richtung an den 5tunteren Strang anlegt. Mit letzterem wird sie dann und zwar auf dessen kathodischer Seite ungefähr im 10t- bis 12tunteren Internodium vereintläufig. Bisweilen scheint es jedoch auch vorzukommen (und zwar bei schwächeren Sprossen), wiewohl selten, dass sich der herabsteigende Fibrovasalstrang, nachdem er kathodisch über der 5tunteren Blattspur ausgebogen ist, in ebenfalls kathodischer Richtung an die 3tuntere Blattspur anlegt, um später mit derselben zu verschmelzen. Dieses Verhalten bringt ein neues Glied zu den 2 bei den Cupressineen mit spiraliger Blattstellung bereits besprochenen Typen. — Die Blattspuren bleiben 2—3 Internodien hindurch vollständig frei.

S. gigantea Endl. (Wellingtonia gigantea Lindl.)[1]). Die zugespitzten, herablaufenden, dichtgedrängten Blätter der Riesentanne stehen in einer links- oder rechtsläufigen Spirale. Die Stellung schwankt zwischen $^3/_8$ und $^8/_{21}$; doch ist die $^3/_8$ Stellung seltner, meist findet sich $^5/_{13}$ oder $^8/_{21}$.

Auf einem Querschnitt durch einen jungen Spross etwas unterhalb der Terminalknospe bemerkt man ungefähr 16 bis 21 einsträngige Blattspuren, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale (vergl. Taf. IX. Fig. 3) in der Reihe: 0, 8, 16, 3, 11, 6, 14, 1, 9, 17, 4, 12, 7, 15, 2, 10, 5, 13, 0 auf einander folgen. Dabei steht dem Ausgangsstrange 0 etwa die 9te Blattspur diametral gegenüber. Die zunächst austretenden Blattspuren 0, 1, 2, bisweilen auch 3, sind schon mehr oder weniger weit aus dem Gefässbündelkranze herausgetreten. Der Ausgangsspur 0 folgen nun in anodischer Richtung nach grösserem Zwischenraum die sich unter einander berührenden Stränge 8, 16, 3, 11, 6 u. 14 (nur ist bisweilen 3 nach beiden Seiten hin schon isolirt oder wenigstens nur noch sehr locker mit den benachbarten Strängen verknüpft), darauf die isolirte Blattspur 1, dann die sechsgliedrige Stranggruppe 9, 17, 4, 12, 7 und 15, hierauf die allein stehende Blattspur 2 und zwischen 2 und 0 endlich die drei sich unter einander berührenden Bündel 10, 5 u. 13. Schaltet man die zunächst in successiver Folge austretenden Blattspuren am be-

1) Endlicher a. a. O. p. 198. — Carrière a. a. O. p. 166. — Courtin a. a. O. p. 117.

treffenden Orte aus, so zählt man zwischen 0 und 1, 1 und 2 je 6 Stränge, zwischen 2 und 3, 3 und 4 deren je 5, zwischen 4 und 5, 5 und 6, 6 und 7 aber nur noch je 4 u. s. w.

Nach Abgang der Ausgangsblattspur 0 wird nun zuerst Strang 3 vollständig isolirt, indem das Strangpaar 8 und 16 in kathodischer Richtung nach 13 hinüberrückt und zwischen sich und der 13ten Blattspur eine kleine Spalte lässt, welche häufig aber auch verwischt erscheint (das Alter der untersuchten Zweigpartie ist hier zu berücksichtigen); und indem die Stränge 11, 6 und 14 in anodischer Richtung nach dem eben austretenden Bündel 1 zu sich bewegen, um in den hier entstehenden freien Raum hineinzutreten. Die frühere Blattspurzahl aber wird dadurch wiederhergestellt, dass ein neu erscheinender Fibrovasalstrang (18) sich zwischen 10 und 5 hineinschiebt. Derselbe schmiegt sich hart an Bündel 10 auf dessen anodischer Seite an.

Nach Abgang einer Blattspur neigen sich (im Längsverlauf) die 2 auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur befindlichen Stränge, der 5t und 13t obere, anodisch, die auf der anodischen Seite liegenden, der 8t und 16t obere, dagegen kathodisch hinüber und herüber und bilden so über der Austrittsstelle der Blattspur eine Schlinge. Auch hier also, wie schon bei den auf den Querschnitten eintretenden Veränderungen, zeigt also S. gigantea in den Hauptsachen ganz die gleichen Verhältnisse, wie S. sempervirens, nur in viel grösserem Maassstabe.

Jede Blattspur steigt etwa 11 Internodien hindurch deutlich getrennt herab, biegt dann über der 13t unteren Blattspur kathodisch ab, um sich in derselben Richtung fest an den 8t unteren Gefässstrang anzulegen und endlich durchschnittlich ungefähr im 18t unteren Internodium mit demselben und zwar auf dessen anodischer Seite vereintläufig zu werden. Die meiste Aehnlichkeit zeigt also S. gigantea in dem letztgeschilderten Verhalten mit dem für Cryptomeria Japonica auf Taf. IV. Fig. 10 gegebenen Schema. — Die Blattspuren bleiben ungefähr 3 Internodien hindurch vollständig frei.

Cunninghamia R. Br.

C. Sinensis R. Br. (Pinus lanceolata Lamb.)[1]). Die sichelförmig

---

1) Endlicher a. a. O. p. 193. — Carrière a. a. O. p. 171. — Courtin a. a. O. p. 100.

gebogenen, frisch grünen, langspitzigen Blätter stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Stellung ist $^{5}/_{13}$ oder höher.

Auf einem Querschnitt durch einen jungen Spross etwas unterhalb der Terminalknospe bemerkt man ungefähr 14—22 Fibrovasalstränge, welche als einsträngige Blattspuren austreten und auch im Blatte ungetheilt bleiben. Sie folgen (vergl. Taf. IX. Fig. 4. Der Schnitt ist sehr hoch oben geführt, an einer Stelle, wo bereits keine Berührung zwischen 2 nebenläufigen Strängen mehr stattfand) in der Richtung der aufsteigenden Spirale in folgender Reihe auf einander: 0, 8, 3, 11, 6, 1, 9, 4, 12, 7, 2, 10, 5, 13, 0. Dabei steht dem Ausgangsbündel 0 etwa der 9te Strang diametral gegenüber. Die 3 zunächst abgehenden Blattspuren sind mehr oder weniger aus dem Gefässbündelkranze herausgetreten. Auf den Ausgangsstrang 0 folgen in anodischer Richtung nach einer ziemlich grossen Spalte die sich unter einander meist noch berührenden Stränge 8, 3, 11 und 6 (doch hat sich Blattspur 3 öfters schon etwas isolirt oder steht wenigstens mit den benachbarten Strängen in einem sehr lockeren Zusammenhang), dann die einzeln stehende Blattspur 1, die 4 eine zusammenhängende Reihe bildenden Bündel 9, 4, 12 u. 7, der isolirte Strang 2 und zwischen 2 und 0 die sich unter einander berührenden Stränge 10, 5 u. 13. Schaltet man die zunächst abgehenden Blattspuren am entsprechenden Orte aus, so findet man zwischen 0 und 1, 1 und 2, 2 und 3 je 4 Fibrovasalstränge, dagegen zwischen 3 und 4, 4 und 5, 5 und 6 deren nur noch je 3 u. s. w.

Tritt die Blattspur 0 aus dem Gefässbündelkranze heraus, um in ein Blatt abzugehen, so wird die 3te Blattspur sofort isolirt, indem Bündel 8 kathodisch herübertritt, um sich an 13 anzulegen und so mit den dort befindlichen Bündeln die unter einander verbundene Strangreihe 10, 5, 13 und 8 zu bilden, während das Strangpaar 11 und 6 sich in anodischer Richtung nach 1 hin bewegt. Das verlorene Bündel 0 wird dadurch ersetzt, dass in kathodischer Richtung an 6 sich lehnend das 14te Bündel in dem Gefässbündelkranze sichtbar wird und mit den Strängen 11 und 6 eine zusammenhängende Reihe von 3 sich berührenden Fibrovasalsträngen bildet. Diese Regelmässigkeit wird auf Schnitten durch etwas ältere Stadien sehr häufig gestört. Oft geht hier ein Bündel etwas später ab, welches nach dem Schema und nach der Anlage in der Terminalknospe erst vielleicht im nächsten oder 2t nächsten Internodium hätte abgehen sollen. Diese Störungen mögen in vielen Fällen durch auf ungleiche Strecken

erfolgendes Verwachsen der Blätter mit dem Stengel (Metatopie) [1] hervorgerufen werden. Oft kommt auf diese Weise ein Blatt, welches später angelegt wurde, tiefer an der Axe zu stehen, als ein in der Terminalknospe früher angelegtes Blatt. Auf Querschnitten durch die Terminalknospe oder unmittelbar unterhalb derselben war wenigstens die grösste Regelmässigkeit in der gegenseitigen Lage und in der Abgangsfolge der einzelnen Fibrovasalstränge zu erkennen. Die Bündel waren in diesen Regionen bei C. Sinensis, wie überhaupt bei allen Coniferen, so scharf von einander isolirt, dass von einer Berührung zweier Bündel (ausser vielleicht an ihrer Verschmelzungsstelle) auf einem Querschnitte durch einen Gefässbündelkranz keine Rede sein kann (vergl. hier Taf. IX. Fig. 4).

Nachdem eine Blattspur sich in ein Blatt begeben hat, treten (im Längsverlauf der Stränge) die 2 auf der kathodischen Seite befindlichen Stränge, der 13ᵗ- und der 5ᵗobere, in anodischer Richtung, der auf der anodischen Seite liegende 8ᵗobere dagegen in kathodischer Richtung herüber und hinüber und bilden oberhalb der Austrittsstelle der Blattspur eine Schlinge. C. Sinensis schliesst sich also hierin an Sequoia sempervirens und noch mehr an Sequoia gigantea an. Mit letzterem hat es durch die fast gleiche Anzahl der Bündel, welche auf einem Querschnitt unterschieden werden können, noch grössere Aehnlichkeit.

Jede Blattspur steigt etwa 12 Internodien weit herab, ehe sie über der 13ᵗunteren eben ausgehenden Blattspur kathodisch ausbiegt und sich in ebenfalls kathodischer Richtung an den 8ᵗunteren Fibrovasalstrang anlegt. Mit letzterem, ihrem Vereinigungsstrang, wird die herabsteigende Blattspur und zwar auf dessen anodischer Seite ungefähr im 14ᵗunteren Internodium vereintläufig. Fast das gleiche Verhalten fand sich auch bei Sequoia gigantea und Cryptomeria Japonica (vgl. Taf. IV. Fig. 10). — Die Blattspuren sind ungefähr durch 3 Internodien hindurch vollständig frei.

Die kleine Gruppe der Sequoieen zeichnet sich, wie die der Taxodineen, durch spiralige Blattstellung aus. Ueber ihre Stellung im System herrschen einige Zweifel. Die Sequoieen wurden von Endlicher zu den Abietineen gerechnet und hinter Araucaria und Dammara gestellt. Carrière versetzte die beiden Gattungen Sequoia

1) Hanstein, in Pringsheim Jahrb. Bd. I. p. 249.

und Cunninghamia nebst Arthrotaxis Don. und Sciadopitys Sieb. und Zucc., welche beiden letzteren Gattungen ich nicht untersuchen konnte, als Unterordnung und gewissermaassen als Anhang zu den Cupressineen. Courtin endlich zieht Sequoia zu der Gattung Taxodium und stellt Arthrotaxis und Cunninghamia wieder hinter Araucaria und Dammara. — Alle von mir untersuchten Sequoieen schliessen in Hinsicht auf die Reihenfolge der Fibrovasalstränge an das auch für die anderen Cupressineen mit spiraliger Blattstellung gefundene Schema an. Die Stellung der Stränge bei dem Abgang einer Blattspur und ihr Verhalten ist bei allen 3 untersuchten Arten vollständig analog. Nur in der Art und Weise des Ausbiegens der herabsteigenden Blattspuren da, wo sich dieselben an ihren jedesmaligen Vereinigungsstrang anlegen, sowie in der kathodischen oder anodischen Richtung, in welcher sie mit ihrem Vereinigungsstrange zu verschmelzen pflegen, sind einige Unterschiede zu erkennen.

Uebersicht der Cupressineen.

Betrachtet man das Verhalten der Cupressineen zu einander, so zerfallen die untersuchten Arten hinsichtlich ihrer Eigenthümlichkeiten im Verlauf der Fibrovasalstränge in 2 grosse Gruppen. Die erste Gruppe begreift die Arten mit 2- oder 3gliedrigen Blattquirlen (mehrgliedrige Blattquirle kommen seltner vor; so finden sich nach Carrière[1]) bisweilen bei Cupressus funebris Endl. auch 4gliedrige Blattquirle), die zweite Gruppe aber fasst die Cupressineen mit spiraliger Blattstellung zusammen.

Die Blattquirle der ersten Gruppe sind gewöhnlich 2gliedrig (d. h. sie bestehen aus einem Paar opponirter Blätter) oder sie sind 3gliedrig. Da bei vielen Arten neben dem 2gliedrigen Quirl häufig auch ein 3gliedriger vorkommen kann, wie z. B. bei Juniperus Sabina L., J. Virginiana L. u. s. w., so kann auf die Blätterzahl eines Quirls kein grosses Gewicht gelegt werden. Bei Cupressus funebris Endl. findet sich neben dem 2- und 3gliedrigen Blattquirl sogar noch ein 4gliedriger (nach Carrière). Dagegen alterniren die successiven Blattquirle bei allen hier untersuchten Arten genau mit einander.

Die hier zu besprechenden Arten der ersten grossen Gruppe zerfallen nun wieder in 2 grosse Abtheilungen. Die erste dieser Abtheilungen, die grössere, enthält diejenigen Cupressineen, deren suc-

1) Carrière a. a. O. p. 121.

cessive Internodien im ausgewachsenen Zustande gleiche oder wenigstens nahezu gleiche Länge besitzen; der zweiten kleineren Abtheilung aber fallen diejenigen Arten zu, bei welchen je ein verlängertes Internodium mit je einem ungemein verkürzten regelmässig abwechselt. Diese letztere kleinere Abtheilung, welche nur Arten mit gegenständigen Blättern aufzuweisen hat, zeichnet sich auch noch dadurch vor der ersteren aus, dass bei ihren Vertretern die an den verlängerten Internodien stehenden Blattpaare immer kahnförmig und relativ gross, die an den verkürzten Internodien befindlichen Blattpaare dagegen immer flach und relativ klein sind. Nur allein bei Callitris quadrivalvis Vent. treten diese Grössenunterschiede nicht hervor. Die kahnförmigen Blätter bekleiden die Seiten des etwas zusammengedrückten Zweiges, die kleinen flachen Blätter aber Stirn- und Rückenfläche, ganz wie bei den mit ungleichwerthigen Blättern versehenen später zu erwähnenden Arten der ersten, grösseren Abtheilung. Bei der ersten Abtheilung mit gleichlangen Internodien und 2- oder 3-, selten 4-gliedrigen Blattquirlen sind die Blätter entweder alle gleich gestaltet, oder aber die seitenständigen sind kahnförmig und etwas zusammengefaltet, und die die Stirn- und Rückenfläche des Zweiges einnehmenden Blätter flach und anliegend. Nie aber findet sich ein so hervorstechender Unterschied hinsichtlich der Grössenverhältnisse der Blattpaare von 2 auf einander folgenden Internodien, wie bei der kleineren Abtheilung (letztere mit Ausnahme von Callitris quadrivalvis).

Die in der ersten Gruppe, der mit quirlförmiger Blattstellung versehenen Cupressineen, zu besprechenden Arten lassen sich aber auch noch in anderer Hinsicht in 2 Abtheilungen trennen. Bei den meisten Arten steigt nämlich die Blattspur ein Internodium weit vollständig frei herab, gabelt sich dann etwa in der Mitte des nächstunteren Internodiums und entsendet seine Gabeläste nach Rechts und Links nach den in diesem Internodium austretenden Blattspuren. Bei der kleineren von den Gattungen Biota und Thuja gebildeten Abtheilung aber, in welcher sich bloss Arten mit opponirten Blättern befinden, steigen die Blattspuren etwas weiter hinab und legen sich dann gewöhnlich beide einseitswendig, seltner symmetrisch convergirend an eine untere Blattspur an, um mit ihr vereintläufig zu werden. Berücksichtigt man nun noch, dass bei Juniperus nana Willd. (und wahrscheinlich auch noch bei einigen verwandten Arten) die Blattspuren eine Andeutung zur Auflösung des

Quirls in eine Spirale zeigen, so ergiebt sich folgende Uebersicht für die mit quirliger Blattstellung versehenen und von mir untersuchten Arten:

A. Die ein Internodium weit ungetheilt herabsteigenden Blattspuren gabeln sich etwa in der Mitte des nächstunteren Internodiums und senden je einen Schenkel nach Rechts und Links zu den benachbarten Blattspuren desselben Internodiums ab.

1) Die successiven Internodien besitzen gleiche Länge.

a) Die Blätter eines Quirls stehen in gleicher Höhe.

α) Die Blattquirle sind 2gliedrig:
Cupressus fastigiata DC., C. funebris Endl.

β) Die Blattquirle sind 2—3gliedrig:
Juniperus Sabina L., J. Virginiana L., J. Phoenicea L., J. fragrans Knight, Chaemaecyparis ericoides Carrière.

γ) Die Blattquirle sind 3gliedrig:
J. communis L., J. Oxycedrus L., Frenela ericoides hort.

δ) Die Blattquirle sind 4gliedrig:
Cupressus funebris Endl. (nach Carrière).

b) Die Blätter eines Quirls zeigen Auflösung in eine Spirale. Die Blattquirle sind 3zählig (vergl. Taf. IV. Fig. 1):
Juniperus nana Willd.

2) Die successiven Internodien besitzen ungleiche Länge; ein stark verlängertes Internodium wechselt regelmässig mit einem sehr verkürzten ab. Die Blattpaare stehen in gleicher Höhe (vergl. Taf. IV. Fig. 3).

α) Beide Blattformen sind von nahezu gleicher Grösse:
Callitris quadrivalvis Vent.

β) Die seitenständigen kahnförmigen Blätter sind bedeutend grösser, als die Stirn- und Rückenfläche des Zweiges deckenden Blätter:
Libocedrus Chilensis Endl., Thuja (Libocedrus) gigantea Nutt.

B. Die opponirten Blattspuren steigen 2 Internodien weit herab, biegen dann einseitswendig, seltner symme-

trisch convergirend über der im 2tunteren Internodium austretenden Blattspur ab (so ist es wenigstens in der Anlage. Vergl. Biota) **und legen sich an die im 2t-, 3t-, seltner 4tunteren Internodium austretenden Blattspuren an. Die successiven Internodien sind gleich lang. Die Blattpaare liegen in gleicher Höhe** (vergl. Taf. IV. Fig. 5):

Biota orientalis Endl., B. pyramidalis Carrière, B. pendula Endl., Thuja occidentalis L., Th. plicata Don.

In der ersten grossen Gruppe lassen sich also 3 Haupttypen unterscheiden. Der erste Typus umfasst die unter A Abtheilung a aufgeführten Gattungen: Juniperus, Frenela, Cupressus und Chamaecyparis (mit Ausnahme von Chamaecyparis glauca); der zweite begreift die Gattungen Callitris und Libocedrus, zu welchen noch Thuja gigantea gerechnet werden kann, so wie es unter A Abtheilung b verzeichnet steht; der dritte Typus endlich wird durch die unter B aufgeführten Gattungen Biota und Thuja (mit Ausnahme von Thuja gigantea) vertreten.

Wie bei den Cupressineen mit quirliger Blattstellung die Anzahl der Glieder eines Quirls von höchst untergeordneter Bedeutung ist, so ist auch bei den Cupressineen mit spiraliger Blattstellung **die Richtung der Blattspirale von sehr geringer Wichtigkeit**, da bei allen Arten rechts- oder linksläufige Spiralen und zwar bei ein und derselben Art, ja an Zweigen desselben Astes sehr häufig vorkommen, wenn auch bei einzelnen Arten oder vielleicht bloss an besonderen Exemplaren die oder jene Spiralrichtung vorzuherrschen scheint. So war wenigstens an den der Beobachtung dienenden Zweigen von Glyptostrobus heterophyllus die rechtsläufige Spirale vorwaltend, bei Cryptomeria Japonica aber die linksläufige. Bei den übrigen untersuchten hierher gehörigen Cupressineen schien dagegen keine besondere Spiralrichtung bevorzugt zu sein. **Ebenso schwankt die Blattstellung bei manchen Arten ungemein**, während sie bei anderen Arten schon etwas constanter zu sein scheint, ohne deshalb die Möglichkeit von Schwankungen auszuschliessen. So beobachtete ich an Zweigen von Sequoia gigantea Endl. eine Schwankung in der Blattstellung von $^3/_8$ bis $^8/_{21}$; doch war die $^3/_8$ Stellung verhältnissmässig selten, die $^5/_{13}$ Stellung dagegen die gewöhnliche. Im Gegensatz hierzu zeigten die Zweige von Cryptomeria Japonica Don. constant die $^5/_{13}$ Stellung. Dabei zeigen die Seitenzweige meist einen etwas niedrigeren Blattstellungsbruch, als die Hauptzweige. Viel Ein-

fluss hat hierbei die kräftigere, durch bessere Ernährung hervorgerufene Beschaffenheit der Exemplare.

Während also in Hinsicht auf Blattstellung und Spiralrichtung die einzelnen Arten bedeutenden Schwankungen unterliegen können, ist dagegen die Reihenfolge der successiv aus einem Gefässbündelkranze austretenden Fibrovasalstränge bei allen untersuchten Arten eine constante. Sie folgen in der Richtung der aufsteigenden Spirale sämmtlich der gesetzmässigen Reihe: 0, 8, 16, 3, 11, 19, 6, 14, 1, 9, 17, 4, 12, 7, 15, 2, 10, 18, 5, 13, 0. Hierbei ist das Schema für Cryptomeria Japonica Don. zu Grunde gelegt, da dieses, wenigstens unter den untersuchten Zweigen, auf den Querschnitten durch die Zweigaxe die grösste Anzahl von Blattspuren aufzuweisen hatte. Bei den Exemplaren, welche eine geringere Anzahl von Gefässbündeln besitzen, brauchte man hierbei bloss die über diese Anzahl hinausreichenden Nummern zu streichen. Dieses Schema hat schon Lestiboudois[1]) in seinem Aufsatze „Phyllotaxie Anatomique" aufgestellt und näher erörtert.

Eine ähnliche Gleichförmigkeit ist in der Art und Weise der Schlingenbildung über einer eben ausgetretenen Blattspur zu erkennen. Bei allen untersuchten Cupressineen mit spiraliger Blattstellung betheiligen sich nämlich, wie übrigens schon aus dem vorhergehenden Schema geschlossen werden kann, die constant auf der kathodischen Seite liegenden Stränge 5 und 13 (wenn überhaupt letzterer schon vorhanden ist) und die immer auf der anodischen Seite herabsteigenden Stränge 8, 16 (wenn vorhanden) und 3 mehr oder weniger an der Schlingenbildung.

Die Anzahl der Internodien, durch welche eine Blattspur heruntersteigt, ehe sie sich an eine andere tiefer gelegene anlehnt, und ebenso, ehe sie mit ihrem Vereinigungsstrang vereintläufig wird, zeigt bei den verschiedenen Arten, ja auch bei den verschiedenen Exemplaren derselben Art eine nicht unbedeutende Mannigfaltigkeit. Bei Arten mit einer grossen Anzahl von Fibrovasalsträngen steigt natürlich der einzelne Strang auch eine bedeutendere Strecke im Zweige herab, ehe er mit seinem Vereinigungsstrang verschmilzt. Ebenfalls schwankend ist die Nummer des Stranges, mit welchem eine herabsteigende Blattspur vereintläufig wird, da auch hier die kräftigere Entwicklung eines Exemplars von hoher Bedeutung ist. Doch be-

1) Lestiboudois, Ann. d. Sc. Nat. III. Série. Tome 10. p. 79 und ferner.

wegen sich diese Schwankungen in einer bestimmten Reihe, deren Glieder derjenigen Reihe entsprechen, welche die Nenner oder Zähler für die Blattstellungsgesetze bilden, also: 3, 5, 8, 13 u. s. w.

Nicht minder überraschend ist die Gesetzmässigkeit, mit welcher die herabsteigenden Blattspuren ihre Vereinigung mit tiefer liegenden Strängen bewerkstelligen. Die Blattspuren, über welchen sie zuletzt herüberbiegen, ehe sie sich an ihren Vereinigungsstrang anlegen, sind gleicherweise, wie die Nummer des Vereinigungsstranges selbst, Glieder der Reihe: 3, 5, 8, 13, 21 u. s. w. Biegt nun eine herabsteigende Blattspur vor ihrer Vereinigung zuletzt über der 8'unteren Blattspur aus, so geschieht dieses Herüberbiegen constant in anodischer Richtung. Ebenso tritt sie in anodischer Richtung an ihren Vereinigungsstrang heran, welcher dann der 5'untere ist. So findet man es bei Widdringtonia juniperoides Endl., Taxodium distichum Rich., Glyptostrobus heterophyllus Endl., Cryptomeria Lobbii hort. (nach Hanstein's Abbildungen zu urtheilen) und Sequoia sempervirens Endl. (vergl. Taf. IV. Fig. 8). Am untersuchten Zweig von Chamaecyparis glauca hort., in welchem sich die herabsteigende Blattspur, nachdem sie anodisch über der 8'unteren Blattspur herübergetreten war, vorwaltend in kathodischer Richtung an dieselbe, 8'-untere, Blattspur anzulegen schien, fand im Uebrigen auch das für Widdringtonia juniperoides Endl. gefundene Verhältniss statt. Dieser Zweig mochte vielleicht nicht günstig genug für die Untersuchung der normalen Verhältnisse sein. Doch wird immerhin auch bei dieser Art und Weise des Anlegens der herabsteigenden Blattspuren die Reihenfolge und gegenseitige Stellung der Fibrovasalstränge nicht geändert. Chamaecyparis glauca bildet gewissermaassen ein Uebergangsglied zwischen Widdringtonia juniperoides u. s. w. und dem nun zu schildernden Verhalten von Cryptomeria Japonica u. s. w.

Biegt eine heruntersteigende Blattspur erst über den 13'unteren Strang hinüber, so findet dies bei Cryptomeria Japonica Don., Sequoia gigantea Endl. und Cunninghamia Sinensis R. Br. constant in kathodischer Richtung statt. In gleicher, kathodischer, Richtung erfolgt auch das Anlegen der herabsteigenden Blattspuren an ihren Vereinigungsstrang, in diesem Falle den 8'unteren (vergl. Taf. IV. Fig. 10).

Biegt endlich eine heruntersteigende Blattspur schon über dem 5'unteren Strang hinüber, wie es bei Sequoia sempervirens Endl.

in seltenen Fällen vorzukommen scheint, so geschieht dies in kathodischer Richtung. In derselben Richtung findet auch das Anlegen der herabsteigenden Blattspuren an ihren Vereinigungsstrang, den 3ᵗunteren, statt. (Vergl. hier das für Tsuga Canadensis Carrière auf Taf. V. Fig. 3 gegebene Schema.)

Zu denjenigen Arten, bei welchen die herabsteigenden Blattspuren sich erst mit einem tiefer liegenden Strang vereinigen, werden natürlich vorherrschend diejenigen gehören, deren Blattstellungsgesetz einen höheren Bruch darstellt und bei welchen demgemäss auch eine grössere Anzahl von Fibrovasalsträngen auf dem Querschnitt sichtbar wird. Eine kurze Uebersicht mag dies noch deutlicher machen. Dabei giebt die erste Columne (I) die auf einem Querschnitt sichtbaren Blattspuren an; die zweite (II) die Lage der Stränge und ihre Nummern auf der kathodischen (hier linken) und auf der anodischen (hier rechten) Seite einer austretenden Blattspur 0; die dritte (III) die Nummer des xᵗunteren Stranges, mit welchem die herabsteigende Blattspur vereintläufig wird; die vierte (IV) das Internodium, in welchem sich ungefähr die herabsteigende Blattspur an ihren Vereinigungsstrang anlegt; die fünfte (V) die Richtung, in welcher dieses Anlegen erfolgt; die sechste (VI) endlich die ungefähre Zahl der Internodien, durch welche hindurch ein Strang verfolgt werden kann.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Anzahl der Stränge	Gegenseitige Lage	Vereinigungsstrang	Anlegen im Internodium	Richtung	Sichtbar durch
Sequoia sempervirens . .			3t untere		kathodisch	
	10—12	5. 0. 8. 3	5t „	7t untere	anodisch	10—12
Widdringtonia juniperoides .	8—12	5. 0. 8. 3	5t „	7t—8t unt.	anodisch	10
Taxodium distichum . . .	9—10	5. 0. 8. 3	5t „	8t untere	anodisch	10
Cryptomeria Lobbii . . . . (nach Hanstein berechnet)	9—13	5. 0. 8. 3	5t „	8t „	anodisch	10
Glyptostrobus heterophyllus .	10—15	5. 0. 8. 3	5t „	8t „	anodisch	11—12
Chamaecyparis glauca . .			5t „	9t „	anodisch	12
	12—16	5. 13. 0. 8. 3	8t „	bis 11t unt.	kathodisch	bis 14
Cunninghamia Sinensis . .	14—22	5. 13. 0. 8. 3	8t „	12t untere	kathodisch	14 u. mehr
Sequoia gigantea	16—21	5. 13. 0. 8. 16. 3	8t „	11t „	kathodisch	18
Cryptomeria Japonica . . .	18—21	5. 13. 0. 8. 16. 3	8t „	13t „	kathodisch	20

Bei allen Cupressineen sind die Blattspuren einsträngig. Sie bleiben auch im Blatte meist ungetheilt; seltner spalten sie sich, wie z. B. im Blatte Juniperus nana Willd. in 2 hart neben einander herlaufende Fibrovasalstränge.

II. Abietinae.

§. 1. Abietineae Sectio A.

Tsuga Carrière.

Ts. Canadensis Carrière (Pinus Canadensis L.)[1]. Die oberseits glänzenden, unterseits weisslichen, breit linearen, stumpflichen, mehr oder weniger zweizeilig gestellten Blätter der Hemlocks Tanne stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Und zwar ist dabei die Spirale des Hauptsprosses, welcher die Fortsetzung des vorjährigen Triebes bildet, der Spirale der Seitensprossen, welche seitlich vom Hauptspross am Ende des vorjährigen Triebes stehen, normal antidrom. Die jüngsten Sprosse sind im Frühjahr von einer Menge seidenartig glänzender, weisser, ziemlich langer Haare umgeben. Diese Haare sind einfache Zellen oder Zellreihen; sie besitzen eine Breite von 20 bis 30 Mikromill. und eine Länge von etwa 2 Millim. Die Blattstellung ist an jüngeren Zweigen vorherrschend $^5/_{13}$ oder $^8/_{21}$ Stellung.

Auf einem Querschnitt durch einen Spross unterscheidet man bei ganz schwachen Trieben bisweilen nur 7 Bündel (vergl. Taf. V. Fig. 2), bei etwas stärkeren etwa 12, bei den gewöhnlichen starken Sprossen aber 18 bis 21 Stränge. Die zunächst abgehenden Blattspuren sind entsprechend weit aus dem Gefässbündelkranze herausgetreten; sie sind, wie bei allen Abietineen, einsträngig. Die Folge der Stränge ist in der Richtung der aufsteigenden Spirale: 0, 8, 16, 3, 11, 19, 6, 14, 1, 9, 17, 4, 12, 20, 7, 15, 2, 10, 18, 5, 13, 0, wobei bei schwächeren Sprossen die Nummern derjenigen Blattspuren, welche über die Anzahl der hier erkennbaren Stränge hinausreichen, nur einfach zu streichen wären. In dem Gefässbündelkranze, welcher die kleinste von mir beobachtete Anzahl Stränge, 7, enthielt, und ebenso in den mit einer grösseren Bündelzahl versehenen Fibrovasalringen steht das Ausgangsbündel 0 dem Strange 4 diametral gegenüber.

In dem mit nur 7 Blattspuren versehenen Gefässbündelkranze (vgl. Taf. V. Fig. 2) waren die in anodischer Richtung auf 0 folgenden Blattspuren 3 und 6 einander ziemlich genähert, alle übrigen aber, welche darauf in der Ordnung 1, 4, 2, 5, 0 kamen, unter einander vollständig isolirt. — In einem Gefässbündelkranze, welcher 21 Blatt-

1) Endlicher a. a. O. p. 86. — Carrière a. a. O. p. 189. — Courtin a. a. O. p. 54.

spuren aufzuweisen hatte (vergl. das Längsschema auf Taf. V. Fig. 1), waren die Bündel 0, 1, 2, 3, 4 schon vollständig isolirt und dem entsprechend auch schon mehr oder weniger aus dem Gefässringe herausgetreten. Sie standen in folgender Ordnung: Auf Blattspur 0 folgte in anodischer Richtung das Strangpaar 8 und 16, dann die isolirte Blattspur 3, darauf die 4 sich unter einander berührenden Bündel 11, 19, 6 und 14, die isolirte Blattspur 1, das Strangpaar 9 u. 17, darauf die isolirte Blattspur 4, das ebenfalls isolirte Bündel 12, die 3 sich unter einander berührenden Stränge 20, 7 u. 15, die isolirte Blattspur 2 und endlich zwischen 2 und 0 die 4 unter sich nebenläufigen Stränge 10, 18, 5 und 13. Zwischen 0 u. 1, 1 u. 2 finden sich hier, wenn man die zunächst abgehenden Stränge an den betreffenden Stellen ausschaltet, noch je 7 Stränge, zwischen 2 und 3, 3 und 4, 4 und 5 deren nur noch je 6, zwischen 5 und 6, 6 und 7 noch je 5 Stränge u. s. w.

In dem mit 21 Blattspuren versehenen Gefässbündelkranze bilden die auf der kathodischen Seite einer ausgetretenen Blattspur 0 befindlichen Stränge 5 und 13 mit den auf der anodischen Seite liegenden 8 u. 16 über der Austrittsstelle eine Gefässbündelgruppe, von welcher jedoch 5 gemeiniglich schon vor dem Zusammentreten der Stränge isolirt erscheint. Die frühere Stranganzahl wird nun dadurch wiederhergestellt, dass auf der kathodischen Seite von 8 und diesem fest anliegend das neu eintretende Bündel 21 sichtbar wird. Blattspur 5 endlich wird isolirt, indem 18 und 10 in kathodischer Richtung nach 2, Bündel 13 aber in anodischer Richtung nach 8 hinüberrückt, um darauf im 2'oberen Internodium mit den drei Bündeln 21, 8 u. 16 eine zusammenhängende Reihe von 4 sich berührenden Blattspuren zu bilden. Entsprechende Veränderungen treten bei Abgang der Blattspuren 1, 2, 3 u. s. w. ein. Das ganze Verhalten von Ts. Canadensis erinnert ungemein an diejenigen Verhältnisse, welche bei den mit spiraliger Blattstellung versehenen Cupressineen beobachtet werden.

Nach der Anzahl der Stränge, welche auf einem Querschnitt durch einen Spross sichtbar sind, bietet auch das Schema für den Längsverlauf der Gefässbündel innerhalb dieses Sprosses entsprechende Veränderungen dar. Betrachtet man zuerst das Schema für einen Spross mit 7 Blattspuren auf einem Querschnitt (vergl. Taf. V. Fig. 2 und 3), so wird hier nach dem Austritt einer Blattspur 0 der auf der kathodischen befindliche 5'obere und der auf der anodischen Seite liegende 3'obere Strang sich über der Austrittsstelle der Blattspur

jeder ein wenig hinüber und herüber neigen, ohne jedoch eine Schlinge zu bilden. Ueberhaupt ist bei einer geringeren Anzahl der Bündel der Verlauf der Fibrovasalstränge ein mehr und mehr lothrechter, während bei einer grösseren Stranganzahl jeder herabsteigende Strang stärker hin und her gebogen erscheint. — Zeigt ein Spross ungefähr 12 Bündel auf dem Querschnitt, so findet sich auf der kathodischen Seite einer ausgetretenen Blattspur wiederum die 5^{t}obere Blattspur, auf der anodischen Seite dagegen tritt neben der 3^{t}oberen und zwar auf deren kathodischer Seite noch die 8^{t}obere Blattspur auf. Diese 3 Stränge neigen sich nun zu einer mehr oder weniger vollkommenen Schlingenbildung zusammen. — Zeigt endlich ein Spross auf einem Querschnitt 20 bis 21 Fibrovasalstränge (vergl. Taf. V. Fig. 1), so befindet sich auf der kathodischen Seite des austretenden Stranges und zwar zwischen dem 5^{t}oberen und dem abgehenden Bündel herniedersteigend schon der 13^{t}obere, auf der anodischen Seite aber tritt zu dem 8^{t}oberen und zwar letzterem auf dessen anodischer Seite sich fest anlegend die 16^{t}obere Blattspur hinzu. Die Schlingenbildung dieser 3 Stränge ist dann in den Theilen etwas unterhalb der Terminalknospe vollkommen. Die Lage der sich zu einander neigenden Stränge stimmt vollständig mit den bei den Cupressineen mit spiraliger Blattstellung beobachteten Erscheinungen.

In gleicher Weise machen sich auch in dem Verhalten der herabsteigenden Blattspuren Unterschiede geltend, je nach der grösseren oder geringeren Anzahl von Fibrovasalsträngen, welche sich auf dem Querschnitt durch einen Spross erkennen lassen. Bei dem Zweige, welcher die kleinste beobachtete Zahl von Bündeln, 7, auf dem Querschnitte zeigte, stieg die Blattspur (vergl. Taf. V. Fig. 3) etwa 5—6 Internodien weit herab, ehe sie sich an ihren Vereinigungsstrang anlegte. Sie bog zuletzt über der 5^{t}unteren Blattspur ein wenig in kathodischer Richtung ab, legte sich in gleicher Richtung an die 3^{t}untere Blattspur an und wurde endlich mit derselben und zwar auf deren anodischer Seite ungefähr im 7^{t}unteren Internodium vereintläufig. — In den Sprossen, welche auf dem Querschnitt etwa 12 Blattspuren erkennen liessen, stieg der einzelne Fibrovasalstrang ungefähr 9 Internodien weit herab, ehe er sich an seinen Vereinigungsstrang anlegte. Ueber der 5^{t}unteren Blattspur bog er kathodisch ab, legte sich in anodischer Richtung an eben diese Blattspur an und wurde mit derselben und zwar auf deren kathodischer Seite ungefähr im 11^{t}- oder 12^{t}unteren Internodium vereintläufig. — Bei stärkeren Sprossen, wel-

che 20 bis 21 Fibrovasalstränge auf dem Querschnitte aufzuweisen hatten (vergl. Taf. V. Fig. 1), stieg die einzelne Blattspur etwa 18 Internodien weit herunter, ehe sie sich an ihren Vereinigungsstrang anlegte. Sie bog über dem 13[t]unteren Bündel in kathodischer Richtung herüber und legte sich darauf in anodischer Richtung an eben diesen, den 13[t]unteren, Strang, um endlich mit demselben und zwar auf dessen kathodischer Seite ungefähr im 20[st]- oder 21[st]unteren Internodium vereintläufig zu werden.

Vereinigen wir die bei Ts. Canadensis gefundenen Eigenthümlichkeiten in ein Schema. Dabei mögen die einzelnen Columnen I bis VI ganz dieselben Verhältnisse angeben, wie die entsprechenden bei der Uebersicht der Cupressineen mit spiraliger Blattstellung aufgeführten Columnen. Das Nähere ist daher dort nachzusehen. — Die Angaben sind durchschnittlich.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Anzahl der Stränge	Gegenseitige Lage derselben	Vereinigungsstrang	Anlegen im Internodium	Richtung des Anlegens	Sichtbar durch Internodien
Tsuga Canadensis . .	7	5. 0. 3	3t unt.	5t—6t untere	kathodisch	7
	12	5. 0. 8. 3	5t „	9t untere	anodisch	11—12
	20—21	5. 13. 0. 8. 16. 3	13t „	18t „	anodisch	20—21

Dadurch, dass sich bei stärkeren Sprossen die herabsteigenden Blattspuren in anodischer Richtung an je den 13[t]unteren Strang anlegen, tritt zu der bei den Cupressineen gefundenen Reihe der Vereinigungsstränge noch ein neues Glied hinzu. Ohne Zweifel würden sich auch Zweige auffinden lassen, in welchen bei einer Zahl von ungefähr 15 bis 16 auf dem Querschnitt erkennbaren Fibrovasalsträngen die einzelnen Blattspuren in kathodischer Richtung an den 8[t]unteren Fibrovasalstrang anlegen würden, um ein wenig später mit demselben vereintläufig zu werden. Man sieht bei aller Verschiedenheit der einzelnen Schemata doch wiederum die grosse Gesetzmässigkeit, wenigstens in den Hauptsachen, bei dem Verlauf der herabsteigenden Fibrovasalstränge. Ts. Canadensis unterscheidet sich hierbei in Etwas von den Cupressineen mit spiraliger Blattstellung. Bei diesen letzteren nämlich bog die einzelne herabsteigende Blattspur, kurz bevor sie vereintläufig wurde, über der betreffenden Blattspur in derselben Richtung aus, in welcher sie auch an ihren Vereinigungsstrang sich anlegte. Bei Ts. Canadensis waren dagegen die Richtung des Ausbiegens und die des Vereintläufigwerdens einander meistens entgegengesetzt. Einzig Chamaecyparis glauca bot unter den Cupressineen Analogie dar. Doch ist hierauf

kein Gewicht zu legen, da jedenfalls bei derselben Art hierin eine Menge Uebergänge sich finden dürften. — Die herabsteigende Blattspur bleibt 3 bis 5 Internodien vollständig frei.

Abies Link.

A. Nordmanniana Spach (Pinus Nordmanniana Ster.)[1]). Die linearen, flachen, unterseits mit 2 bläulichweissen Linien gezeichneten, am Grunde sich meist drehenden, an der Spitze 2zahnigen Blätter stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Spirale eines Hauptsprosses ist dabei der Spirale der an demselben Zweige (letzter Ordnung) sich findenden Nebensprossen antidrom. Die Stellung wechselt von der $^3/_8$ bis zur $^8/_{21}$ Stellung. Die einsträngigen Blattspuren spalten sich im Blatte in 2 hart neben einander herlaufende Fibrovasalstränge.

Auf einem Querschnitt durch einen Hauptspross unterscheidet man gemeiniglich mehr Blattspuren, als auf einem solchen durch einen Nebenspross. So fanden sich an einem Hauptspross 21 deutlich unterscheidbare Fibrovasalstränge, während bei einem der zugehörigen Seitensprossen dagegen deren nur 16 zu erkennen waren. Die Blattspuren des Hauptsprosses folgten in der Richtung der aufsteigenden Spirale in der gewöhnlichen Reihe auf einander: 0, 8, 16, 3, 11, 19, 6, 14, 1, 9, 17, 4, 12, 20, 7, 15, 2, 10, 18, 5, 13, 0. Am Nebenspross sind in dieser Reihe die Nummern über 15 zu streichen. Das Ausgangsbündel 0 steht im Gefässbündelkranze bei Haupt- und Nebensprossen dem Strange 4 diametral gegenüber. Die Gefässbündel des Hauptsprosses waren dabei in folgender Weise vertheilt. In anodischer Richtung folgten auf 0 die 5 einander sich berührenden Stränge 8, 16, 3, 11 u. 19, dann das Strangpaar 6 u. 14, die Blattspur 1, die 5 einander berührenden Stränge 9, 17, 4, 12 u. 20, darauf Strangpaar 7 u. 15, die isolirte Blattspur 2 und endlich zwischen 2 und 0 die Strangpaare 10 u. 18, 5 u. 13, welche bisweilen auch schon zu einer Reihe von 4 unter einander sich berührenden Strängen zusammengetreten sind. Zwischen 0 u. 1, 1 u. 2 finden sich noch je 7 Blattspuren, zwischen 2 u. 3, 3 u. 4, 4 u. 5 nur noch je 6, zwischen 5 u. 6, 6 u. 7, 7 u. 8, 8 u. 9 dagegen nur noch je 5 Stränge u. s. w., welche mit höheren Nummern, als die genannten Blattspuren, versehen sind.

Nach Austritt von 0 rücken die auf der kathodischen Seite von

---

1) Endlicher a. a. O. p. 93. — Carrière a. a. O. p. 262. — Courtin a. a. O. p. 54.

0 heruntersteigenden Blattspuren 5 u. 13 in anodischer Richtung etwas hinüber, die auf der anodischen Seite befindlichen Stränge 8 u. 16 aber ein wenig in kathodischer Richtung herüber, um später eine Bündelgruppe über der ausgetretenen Blattspur zu bilden. Die Blattspur 3 wird hierbei isolirt, indem das Strangpaar 8 u. 16, wie schon erwähnt wurde, kathodisch über 0 herüberrückt, das Strangpaar 11 und 19 dagegen sich in anodischer Richtung nach 6 u. 14 hinüberbewegt. Der ausgetretene Strang 0 endlich wird dadurch ersetzt, dass neben 13 und zwar auf dessen anodischer Seite die 21ste Blattspur erscheint. Mit dem Auftreten von 21 oder auch schon früher, beginnen die Stränge 10, 18, 5, 13 (und 21) eine Reihe sich unter einander berührender Bündel zu bilden. So sind die Verhältnisse auf Querschnitten etwas unterhalb der Terminalknospe eines jungen Hauptsprosses.

Ist eine Blattspur ausgetreten, so biegt sich in einem Seitenspross, welcher etwa 16 Stränge auf dem Querschnitt erkennen lässt, der auf der kathodischen Seite liegende 5t- und 13tobere Strang (letzterer befindet sich der austretenden Blattspur zunächst) anodisch, das auf der anodischen Seite befindliche 8tobere Bündel aber, kathodisch zur Schlingenbildung herüber. Bei den mit ungefähr 21 Strängen auf dem Querschnitt versehenen Sprossen findet sich auf der kathodischen Seite ebenfalls das 5t- und 13tobere Bündel, auf der anodischen dagegen tritt neben dem 8toberen Strange auch noch die 16tobere Blattspur auf, so wie es schon bei Tsuga Canadensis an stärkeren Sprossen stattfand.

Jede Blattspur steigt in dem Nebenspross (mit 16 Strängen auf dem Querschnitt) ungefähr 10 Internodien weit herunter, ehe sie sich an ihren Vereinigungsstrang anlegt. Ueber der 8tunteren eben austretenden Blattspur biegt sie anodisch hinüber, tritt dann in kathodischer Richtung an den gleichen, den 8t-unteren, Strang heran und verschmilzt etwa im 15tunteren Internodium mit demselben und zwar auf dessen anodischer Seite. — Im Hauptspross (mit 21 Strängen auf dem Querschnitt) steigt die einzelne Blattspur ungefähr 11 bis 12 Internodien weit herab, ehe sie sich an ihren Vereinigungsstrang anlegt und mit diesem etwa im 20st- bis 21stunteren Internodium vereintläufig wird. Die Gesetze für das Hinüberbiegen über die 8tuntere eben austretende Blattspur, kurz bevor sich der herabsteigende Strang an seinen Vereinigungsstrang anlegt, und ebenso für das Vereintläufigwerden mit dem 8tunteren Strang sind dem Verhalten des Seitensprosses ganz analog. — Das

Verhalten der untersuchten Sprossen von A. Nordmanniana würde das in der Uebersicht für Tsuga Canadensis fehlende Vermittlungsglied ersetzen. — Die Blattspuren steigen 2 bis 3 Internodien hindurch vollständig frei herab.

A. pectinata DC. (Pinus Picea L., P. Abies du Roi) var. pyramidalis hort.[1]). Die Weisstanne trägt ihre glänzenden, mehr oder weniger 2zeilig gestellten, an der Spitze leicht 2spaltigen Blätter in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Spirale der Haupt- und Seitensprosse an ein und demselben Zweig sind dabei einander antidrom. Die Blattstellung ist meist $^{8}/_{21}$ bis $^{13}/_{34}$ oder auch höher[2]).

Auf einem Querschnitt durch einen Hauptspross waren 25 Fibrovasalstränge (vergl. Taf. V. Fig. 4) deutlich sichtbar, während der zugehörige Seitenspross deren nur 19 erkennen liess. An den von Nägeli[3]) untersuchten Sprossen liessen sich ebenfalls bis 20 Blattspuren unterscheiden. Die Folge der Stränge war in der Richtung der aufsteigenden Spirale: 0, 21, 8, 16, 3, 24, 11, 19, 6, 14, 1, 22, 9, 17, 4, 12, 20, 7, 15, 2, 23, 10, 18, 5, 13, 0. Im Gefässbündelkranze stand dem Ausgangsbündel 0 der Strang 4 diametral gegenüber. Auf 0 folgten in der Richtung der aufsteigenden Spirale das Strangpaar 21 und 8, der isolirte Strang 16, die austretende Blattspur 3, darauf das Strangpaar 24 und 11, die drei sich unter einander berührenden Bündel 19, 6 u. 14, Blattspur 1, darauf die Bündelgruppe 22, 9 u. 17, Blattspur 4, der isolirte Strang 12, die drei einander noch berührenden Bündel 20, 7 u. 15, Blattspur 2, Strangpaar 23 u. 10, der isolirte Strang 18, Blattspur 5 und endlich der alleinstehende Strang 13. Zwischen 0 und 1 finden sich demgemäss 9 Stränge, zwischen 1 und 2, 2 und 3, 3 und 4 noch je 8, zwischen 4 und 5, 5 und 6 nur noch je 7 Stränge u. s. w., welche mit höheren Nummern versehen sind, als die an den betreffenden Orten abgehenden Blattspuren.

Nach Austritt von 0 rücken der auf der kathodischen Seite liegende Strang 13, sowie die auf der anodischen Seite befindlichen Bündel 21 u. 8 über der Abgangsstelle von 0 zu einer Gefässbündelgruppe näher und näher zusammen. Dabei liegt Bündel 21 zwischen 0 und 8. Dadurch, dass Strang 19 sich in kathodischer, Strang 14

1) Endlicher a. a. O. p. 95. — Carrière a. a. O. p. 205. — Courtin a. a. O. p. 55 u. 56.

2) Nägeli, Beitr. zur wiss. Bot. Heft I. p. 59.

3) Nägeli a. a. O. p. 59.

aber in anodischer Richtung von 6 entfernt, wird letzteres isolirt. Das Strangpaar 23 u. 10 tritt ferner mit Bündel 18 zu einer 3gliedrigen Bündelgruppe zusammen. Die ausgetretene Blattspur 0 endlich wird dadurch wieder ersetzt, dass neben Strang 12 und zwar auf dessen kathodischer Seite demselben hart anliegend die 25[ste] Blattspur sichtbar wird. Doch sind diese Verhältnisse nicht immer so deutlich erkennbar, da die Verschmelzung mit tiefer liegenden Strängen bei diesem Strang früher, bei jenem später eintritt und hierdurch die Regelmässigkeit in der Stellung der Fibrovasalstränge auch auf dem Querschnitt getrübt wird, wie schon Nägeli[1]) angegeben hat.

Ist eine Blattspur ausgetreten, so biegen sich die auf der kathodischen Seite liegenden Stränge 5 und 13 anodisch, die auf der anodischen Seite befindlichen 21, 8 und 16 aber kathodisch herüber und bilden über der ausgetretenen Blattspur ungefähr im 3[t]-, 4[t]- oder auch im 5[t] oberen Internodium eine Schlinge. Bei dem untersuchten Nebenspross (mit 19 Strängen auf dem Querschnitt) waren die Verhältnisse die nämlichen, nur fehlte hier Bündel 21 auf der anodischen Seite.

Jede der einsträngigen Blattspuren steigt (bei 25 Fibrovasalsträngen auf dem Querschnitt) ungefähr 18 bis 19 Internodien weit herab, ehe sie sich an ihren Vereinigungsstrang anlegt. Ueber der 21[st] unteren eben austretenden Blattspur biegt sie anodisch aus, legt sich dann in ebenfalls anodischer Richtung an ihren Vereinigungsstrang, den 13[t] unteren, an und verschmilzt mit diesem und zwar auf dessen kathodischer Seite ungefähr im 25[st] unteren Internodium vollständig. Von der auf Taf. V. Fig. 1 für Tsuga Canadensis gegebenen Abbildung würde sich das für den Gefässbündelverlauf des genannten 25strängigen Hauptsprosses von A. pectinata zu gebende Schema nur durch den geringfügigen Umstand unterscheiden, dass bei letzterem die einzelnen Blattspuren noch etwas tiefer heruntersteigen, so weit, dass sie über der 21[st] unteren Blattspur noch einmal ausbiegen können. — In dem Spross mit 19 Strängen auf dem Querschnitt trat die herabsteigende Blattspur über den 13[t] unteren Strang kathodisch herüber, um sich etwa im 12[t] unteren Internodium an ihren Vereinigungsstrang, den 13[t] unteren, in anodischer Richtung anzulegen. Mit letzterem wurde sie ungefähr im 19[t] unteren Internodium vereint-

1) Nägeli a. a. O. p. 59.

läufig. — Die Blattspuren steigen 4 bis 6 Internodien weit vollständig frei herab.

Cramer[1]) fand auf Querschnitten durch den Endspross eines 2jährigen Pflänzchens der Weisstanne 13 bis 18 mehr oder weniger deutlich getrennte Fibrovasalstränge, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale in der gewöhnlichen, schon öfters angegebenen Reihe auf einander folgten. Dem Ausgangsbündel 0 stand 4 diametral gegenüber. — Jede Blattspur stieg ungefähr 9—13 Internodien weit herab, ehe sie mit ihrem Vereinigungstrang vereintläufig wurde. Das Anlegen an den letzteren geschah in kathodischer Richtung, wenn derselbe, wie es gewöhnlich der Fall war (unter 10 Fällen 7mal), der 8'untere, seltner (unter 10 Fällen 2-mal) fand es in anodischer Richtung statt, wenn der Vereinigungsstrang der 5'untere war; einmal erschien die Richtung fraglich. Wie bei Chamaecyparis glauca traten auch hier in demselben Zweige 2 Typen für das Anlegen der herabsteigenden Blattspuren auf.

Das der Untersuchung dienende Pflänzchen war 16,2 Centimeter hoch, wovon etwa 7 Cent. auf den Stengel, 9,2 Cent. aber auf die unten etwas abgerissene Wurzel kamen. Letztere besass 12 Seitenwurzeln in der Länge von c. 1,2 Millim. bis 2,7 Centim., welche z. Th. selbst wieder verzweigt waren. Das Pflänzchen zeigte 4 wirtelig gestellte Cotyledonen und 5 ebenfalls in Wirteln stehende Primordialblätter. Der Trieb des zweiten Jahres war c. 4 Centim. lang und trug 30 Nadelblätter in $^3/_8$ Stellung. In der Knospe für das künftige Jahr waren bereits 2 Seitenknospen angelegt.

Noch 3 andere, ebenfalls 2jährige Pflänzchen (b, c, d) wurden in die Untersuchung gezogen, welche folgendes Resultat ergab. (Das erste Pflänzchen mag hier unter a der vollständigeren Uebersicht wegen noch einmal mit aufgeführt werden.)

	Zahl der Cotyledonen	Zahl der Primordialblätter	Zahl der Nadelblätter	Länge des 2ten Triebes
a.	4	7	30	40 Millim.
b.	6	6	13	14 „
c.	4		17	17 „
d.	4	6	18	21 „

Die Blattspirale war bei allen 4 Pflänzchen linksdrehend. — Die

1) Cramer, nach Untersuchungen vom 22. Mai 1862.

Cotyledonen zeigten sehr schön porös verdickte Epidermiszellen auf Ober- und Unterseite; oberseits traten 2 Reihen von Spaltöffnungen auf[1]).

Jeder Cotyledon eines Keimpflänzchens erhält aus der Axe je einen Fibrovasalstrang[2]). Diese Stränge werden in der Axe auf mehr oder weniger regelmässige Art vereintläufig. Duchartre[3]) giebt für A. pectinata 4 bis 5 Cotyledonen (oder, da derselbe für die Keimpflanzen der Coniferen nur 2 Cotyledonen annimmt, welche sich aber bis zur Basis in mehrere Lappen spalten können, Cotyledonarlappen) an.

Während Duchartre für A. pectinata die Zahl der Cotyledonen auf 4 oder 5 angiebt, lassen die Untersuchungen Cramer's[4]) für die Veränderlichkeit der Cotyledonenzahl einen viel grösseren Spielraum erkennen. Cramer beobachtete neben 4 und 5 auch 6, ja sogar 7 Cotyledonen. Doch war die Fünfzahl die bei weitem vorherrschende, wie nachstehende Tabellen zeigen mögen.

	4 Cotyl.	5 Cotyl.	6 Cotyl.	7 Cotyl.
a. Von 21 Keimpflänzchen[5]) zeigten	3	14	4	.
b. Von 7 Keimpflänzchen[6]) zeigten	1	4	2	.
a u. b. Von 28 Keimpflänzchen zeigten	4	18	6	.

Hierzu kommt noch eine andere Beobachtung. Cramer[7]) hatte durch seine Schüler eine grössere Anzahl von Keimpflänzchen (57) sammeln lassen, bei welchen aber absichtlich eine Menge von Keimlingen mit 5 Cotyledonen weggelassen worden war. Trotzdem war die Zahl der mit 5 Cotyledonen versehenen Pflänzchen derjenigen mit 6 Cotyledonen fast gleich. Es fanden sich nämlich unter den 57 Pflänzchen:

	4 Cotyl.	5 Cotyl.	6 Cotyl.	7 Cotyl.
c. Von 57 Pflänzchen zeigten . . .	3	24	26	4

Nimmt man nun hier, wie es im Vergleich zu dem Ergebniss

1) Vergl. Schacht, Anat. und Physiol. Bd. II. p. 92.

2) Vergl. Schacht, Anat. und Physiol. Bd. II. p. 7.

3) Duchartre a. a. O. p. 229. Pl. X. Fig. 82—84.

4) Cramer, nach Untersuchungen vom 13., 15., 23. Mai und 18. Juni 1861.

5) Cramer, nach Untersuchungen vom 13. Mai 1861.

6) Cramer, nach Untersuchungen vom 18. Juni 1861. Die Pflänzchen stammten aus dem botan. Garten.

7) Cramer, nach Untersuchungen vom 15. Mai 1861.

von a und b wohl nicht zu viel ist, die ursprüngliche Summe der Keimpflänzchen mit 5 Cotyledonen dreimal so hoch, also 72, an, so bekommen wir folgendes Gesammtresultat:

	4 Cotyl.	5 Cotyl.	6 Cotyl.	7 Cotyl.
a. Von 21 Keimpflänzchen zeigten . .	3	14	4	.
b. Von 7 Keimpflänzchen zeigten . .	1	4	2	.
c. Von 105 (57 + 48) Keimpfl. zeigten	3	72	26	4
a + b + c. Von 133 Keimpflänzch. . .	7	90	32	4
oder in Prozenten ausgedrückt . . .	5,3 %	67,7 %	24 %	3 %

Das Stengelchen ist schön roth gefärbt, die Wurzel einfach; die Cotyledonen stumpf, ohne Ausrandung.

Bei den Keimpflänzchen mit 5 Cotyledonen [1]) sind normal die in die Cotyledonen tretenden Fibrovasalstränge schon in der Basis des Stengelchens vollständig geschieden und stehen, zwischen sich Harzgänge lassend, in gleichen Abständen von einander. In der Nähe des Cotyledonarknotens werden sie durch das Dazwischentreten der für die Primordialblätter bestimmten Stränge mehr und mehr mit einander verknüpft. Im Knoten selbst erkennt man einen äusseren und einen inneren Gefässbündelkranz, von welchen jeder aus 5 Strängen gebildet wird. Der äussere ist der Cotyledonarbündelkranz, seine Stränge alterniren genau mit den Gliedern des inneren Kranzes. Sobald die Cotyledonarblattspuren in ihre Blätter auszutreten beginnen, tritt zwischen je 2 Strängen des Innenkranzes wieder je ein kleines Bündel auf, welches mit den Gliedern des Innenkranzes alternirend genau hinter eine Cotyledonarblattspur zu stehen kommt. — Diesem Verhalten ganz entsprechend zeigten zwei Keimpflänzchen mit 4 Cotyledonen im Stengelchen bis hinauf zum Knoten 4 getrennte Fibrovasalstränge; im Knoten verdoppelte sich dann die Stranganzahl, um sich bald darauf zu verdreifachen. — Dagegen lassen Keimpflänzchen mit einer grösseren Cotyledonenzahl oft bedeutende Unregelmässigkeiten erkennen. Zwei Keimpflänzchen mit 6 Cotyledonen zeigten bloss 5 Gefässbündel. Erst unmittelbar unter dem Cotyledonarknoten verdoppelte sich das eine von diesen; der Querschnitt zeigte nun 6 Fibrovasalstränge. — Ein drittes Keimpflänzchen mit 6 Cotyledonen liess bis 35 Millim. unterhalb des Knotens erst 5, 34 Millim. unterhalb des Knotens aber 6 Fibrovasalstränge wahrnehmen; unmittelbar unterhalb des Knotens trat schon die doppelte An-

1) Cramer, Dieses und das Folgende nach Untersuchungen vom 15. Mai 1861.

zahl von Gefässbündeln (6 + 8) auf. — Von 2 Keimpflänzchen mit 7 Cotyledonen zeigte die eine bis 8 Millim. unterhalb des Knotens bloss 5 Gefässbündel, 3 Millim. unterhalb des Knotens 6, ganz wenig unterhalb desselben aber 7 Stränge, zu welchen bald noch 7 neue für den Primordialblattquirl bestimmte, mit den ersteren 7 alternirende, Bündel hinzutraten; das andere mit 7 Cotyledonen versehene Keimpflänzchen zeigte ebenso bis 9 Millim. unterhalb des Knotens erst nur 5 Stränge, unmittelbar unter demselben aber 7, welche durch das Hinzutreten der Primordialblattstränge im Knoten selbst sich verdoppelten. — Die Gefässbildung in den Wurzeln beginnt an 4 oder 5 Stellen; die Wurzeln sind daher tetrarch oder pentarch.

Zu ähnlichen Resultaten führten ein wenig später ausgeführte Untersuchungen[1]). Ein Keimpflänzchen mit 6 Cotyledonen zeigte 10 Millim. unterhalb des Cotyledonarknotens nur 4 mit ebenfalls 4 Bastbündeln alternirende Gefässbündel. Selbst ein Durchschnitt etwa 1 Millim. unterhalb des Knotens zeigte noch diese 4 Stränge, von welchen sich nun jedoch bald einer, bald auch ein zweiter in 2 Stränge spaltete und so die für die Cotyledonen nöthige Anzahl von Strängen gebildet wurde. Noch etwas später (im Knoten selbst) verdoppelte sich die Gefässbündelzahl; es entstanden 2 je 6gliedrige Kreise, von welchen die 6 Stränge des äusseren für die Cotyledonen, die 6 Stränge des inneren für die Primordialblätter bestimmt waren. — Auch auf dem Schema für den Längsverlauf der Gefässbündel alterniren, wie auf dem Querschnitt, die Cotyledonarblattstränge mit den für die Primordialblätter bestimmten Bündeln.

A. Cephalonica Lond.[2]). Die oberseits glänzenden, unterseits mit 2 weisslichen Linien gezeichneten, ziemlich breiten, stechenden Blätter stehen, wie es scheint, in einer meist rechtsläufigen Spirale an den Zweigen. Die Blattstellung ist an den jüngeren Axen vorherrschend $^3/_8$ Stellung. Die einsträngigen Blattspuren spalten sich im Blatte in 2 hart neben einander herlaufende Fibrovasalstränge. Auf der Unterseite gleich unterhalb der Epidermis verlaufen 2 Harzgänge, welche etwa in der Mitte zwischen den Gefässsträngen und der Blattschneide (letzterer eher noch näher) liegen.

Ein Querschnitt lässt ungefähr 20 bis 25 Fibrovasalstränge erkennen (vergl. Taf. VI. Fig. 1), welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale in der Reihenfolge: 0, 8, 16, 3, 11, 19, 6, 14, 1, 9,

1) Cramer, nach Untersuchungen vom 23. Mai 1861.

2) Endlicher a. a. O. p. 98. — Carrière a. a. O. p. 211. — Courtin a. a. O. p. 56.

17, 4, 12, 20, 7, 15, 2, 10, 18, 5, 13, 0 stehen. Dabei liegt dem Ausgangsstrange 0 etwa das 4te oder auch 12te Bündel diametral gegenüber. Auf 0 folgen nun in anodischer Richtung die 4 einander berührenden Bündel 8, 16, 3 u. 11, darauf nach sehr geringem Zwischenraum die dreigliedrige Bündelgruppe 19, 6 u. 14, dann Blattspur 1, nun die 4 sich unter einander berührenden Bündel 9, 17, 4 u. 12, hierauf die dreigliedrige Bündelgruppe 20, 7 u. 15 (Strang 20 ist auf Taf. VI. Fig. 1 noch nicht sichtbar), die isolirte Blattspur 2 und endlich zwischen 2 und 0 die 4 noch unter einander zusammenhängenden Stränge 10, 18, 5 und 13.

Nach Austritt von 0 wird auf dem Querschnitt Bündel 3 isolirt, indem das Strangpaar 8 und 16 kathodisch nach der durch Abgang von 0 entstandenen Lücke hinüberrückt, das Bündel 11 aber sich anodisch nach den 3 an einander lagernden Strängen 19, 6 und 14 herüberbewegt und mit diesen eine Reihe von 4 einander berührenden Strängen bildet. Die ausgetretene Blattspur 0 endlich wird dadurch ersetzt, dass auf der kathodischen Seite von Strang 8 und demselben hart anliegend Bündel 21 sichtbar wird. Entsprechende Veränderungen treten auch nach Abgang von 1, 2, 3 u. s. w. ein.

Sobald eine Blattspur ausgetreten ist, biegen im Schema des Längsverlaufs sich die auf der kathodischen Seite befindlichen Stränge, der 5t- und 13tobere, in anodischer Richtung hinüber, die auf der anodischen Seite liegenden, der 8t- und 16tobere, aber kathodisch herüber, um über der Abgangsstelle eine Schlinge zu bilden.

Jede Blattspur steigt ungefähr 16 Internodien weit herab, ehe sie sich an ihren Vereinigungsstrang anlegt. Sie tritt dabei kathodisch über dem 13tunteren Strang herüber, legt sich in anodischer Richtung an das nämliche Bündel, das 13tuntere, an und wird endlich etwa im 21stunteren Internodium mit demselben vereintläufig (vergl. Taf. V. Fig. 1). — Die Blattspuren bleiben ungefähr 3 Internodien hindurch vollständig frei.

A. balsamea Mill. (Pinus balsamea L.) [1]). Die sehr dicht stehenden, an der Basis sich drehenden, unterseits grünlichweissen Blätter der Balsamtanne stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Durch bald eintretendes, ungleiches Wachsthum werden jedoch die horizontalen und verticalen Abstände der einzelnen Glieder der Blattspirale meist so verändert, dass dadurch eine Bestimmung der Blattstellung fast unmöglich wird.

1) Endlicher a. a. O. p. 103. — Carrière a. a. O. p. 217. — Courtin a. a. O. p. 54.

Die Haupttriebe zeigen auf dem Querschnitt meist eine viel grössere Anzahl von Fibrovasalsträngen, als die zugehörigen Nebentriebe. So fanden sich bei einem Haupttrieb 24 deutlich unterscheidbare Fibrovasalstränge, während einer der benachbarten Nebentriebe deren bloss 13 aufzuweisen hatte. Die Stränge folgten in der Richtung der aufsteigenden Spirale in beiden Trieben der gewöhnlichen Reihe: 0, 21, 8, 16, 3, 11, 19, 6, 14, 1, 22, 9, 17, 4, 12, 20, 7, 15, 2, 23, 10, 18, 5, 13, 0 auf einander. Bei dem Nebentrieb sind dabei die über 12 hinausgehenden Nummern zu streichen. In dem von den einsträngigen Blattspuren gebildeten Gefässbündelkranze liegt dem Ausgangsbündel 0 Strang 4 diametral gegenüber. Auf dem Querschnitt durch den Haupttrieb etwas unterhalb der Terminalknospe sind ungefähr die 4 zuerst abgehenden Blattspuren schon isolirt. Auf Bündel 0 folgen in anodischer Richtung die drei sich noch berührenden Stränge 21, 8 u. 16, Blattspur 3, der einzeln stehende Strang 11, die zusammenhängende Strangreihe 19, 6 und 14, Blattspur 1, das Strangpaar 22 u. 9, die Bündelgruppe 17, 4 u. 12, die ebenfalls aus drei sich unter einander berührenden Strängen gebildete Gruppe 20 7 u. 15, Blattspur 2, das Strangpaar 23 u. 10, und endlich die dreigliedrige Gefässbündelgruppe 18, 5 u. 13.

Sobald 0 ausgetreten ist, wird die 4te Blattspur isolirt, indem Bündel 17 in kathodischer Richtung zu 9 und 22 herübertritt und mit diesen eine Gruppe von drei sich unter einander berührenden Strängen bildet, Bündel 12 aber anodisch sich hinüberbewegt, um einige Internodien später mit den ihm anodisch benachbarten Strängen eine Gruppe zu bilden. Der ausgetretene Strang 0 aber wird dadurch ersetzt, dass auf der kathodischen Seite von 11 und demselben hart anliegend Blattspur 24 sichtbar wird.

Bei dem auf dem Querschnitt 13strängigen Spross folgten auf 0 in anodischer Richtung der isolirte Strang 8, das Strangpaar 3 und 11, Bündel 6, Blattspur 1, der isolirte Strang 9, das Strangpaar 4 und 12, darauf Bündel 7, Strangpaar 2 u. 10, und endlich das isolirte Bündel 5. Es waren hier also bloss die 2 zunächst austretenden Blattspuren vollständig isolirt.

Nach Austritt von 0 wurde dann auf solch einem Querschnitt zuerst Blattspur 2 isolirt, indem sich Strang 10 in anodischer Richtung nach 5 hinüberbog; die ausgetretene Blattspur aber wurde dadurch ersetzt, dass auf der anodischen Seite von 5 der 13te Fibrovasalstrang auftrat.

Nach Abgang einer Blattspur neigen sich (im Längsverlauf) die

auf der kathodischen Seite liegenden Stränge, der 5'- und 13'obere, nach den auf der anodischen Seite befindlichen, dem 21st- 8t- und 16t oberen, zum Behuf einer Schlingenbildung hinüber. Doch betheiligen sich hieran nicht alle Stränge gleichmässig. Die Schlingenbildung tritt meist erst einige Internodien höher ein, bei schwächeren Sprossen unterbleibt sie wohl gänzlich. — Bei dem Nebenspross (mit 13 Fibrovasalsträngen auf dem Querschnitt) fehlte der 21st- und 16t-obere Strang auf der anodischen Seite und auch der 13t obere stieg in den meisten Fällen noch nicht bis unter die Austrittsstelle einer Blattspur auf der kathodischen Seite herunter.

Im (24 strängigen) Hauptspross stieg die einzelne Blattspur etwa 17 Internodien weit herab, ehe sie sich an ihren Vereinigungsstrang anlegte. Sie bog dabei kathodisch über dem 13tunteren Strange ab, legte sich dann in anodischer Richtung an den nämlichen Strang an und wurde mit demselben etwa im 24st unteren Internodium vereintläufig. Die Blattspuren blieben ungefähr 4 Internodien hindurch vollständig frei. — Im (13 strängigen) Nebenspross bog die herabsteigende Blattspur anodisch über dem 8tunteren Strang ab, legte sich ungefähr im 10tunteren Internodium in kathodischer Richtung an den nämlichen Strang an und wurde mit demselben etwa im 13t-unteren Internodium vereintläufig. Die Blattspuren blieben etwa 2 Internodien hindurch vollständig frei. — (Vergl. hier Taf. V. Fig. 1 und Taf. IV. Fig. 10.)

Die Keimpflanze von A. balsamea hat nach Lestiboudois[1]) 4 in einem Quirl stehende Cotyledonen mit der gleichen Anzahl von Fibrovasalsträngen. Bisweilen erscheinen nach demselben 2 Stränge nach unten hin sehr bald in einen verschmolzen, so dass ein Querschnitt durch das Stengelglied nur 3 Fibrovasalstränge bei 4 Cotyledonen zeigt. Auch Duchartre[2]) giebt für A. balsamea 4 Cotyledonen (Cotyledonarlappen) an.

A. Pindrow Spach[3]). Die mehr oder weniger zweizeilig gestellten, an der Spitze zweizähnigen Blätter stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Abstände der Blätter werden durch ungleichmässiges Wachsthum in horizontaler und verticaler Richtung sehr frühzeitig unregelmässig. Die Blattstellung mag $^{8}/_{21}$, $^{13}/_{34}$ oder

1) Lestiboudois a. a. O. p. 26. Pl. II. Fig. 37 u. 38.

2) Duchartre a. a. O. Pl. X. Fig. 88 u. 89.

3) Endlicher a. a. O. p. 106. — Carrière a. a. O. p. 221. — Courtin a. a. O. p. 58.

höher sein. Die einsträngigen Blattspuren scheinen sich auch im Blatte nicht zu theilen. Auf der Unterseite der Blätter und zwar mehr den Blatträndern zu, verlaufen dicht unter der Epidermis 2 Harzgänge, je einer auf jeder Seite.

Die von mir beobachteten Sprossen zeigten auf dem Querschnitte nur etwa 11 bis 15 Fibrovasalstränge, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale die gewöhnliche Reihe befolgten. Dem Ausgangsstrang 0 stand 4 diametral gegenüber. Auf 0 folgte nun die Stranggruppe 8, 3 und 11, das Strangpaar 6 und 14, Blattspur 1, Stranggruppe 9, 4 u. 12, das Strangpaar 7 u. 15, darauf Blattspur 2 und endlich zwischen 2 u. 0 die 3gliedrige Gruppe unter einander sich noch berührender Stränge 10, 5 u. 13.

Nach Austritt von 0 wird auf dem Querschnitt Blattspur 3 isolirt, indem 8 kathodisch oberhalb 0 herüberrückt, 11 aber anodisch zum Strangpaar 6 u. 14 hinüberbiegt, um mit demselben eine dreizählige Stranggruppe zu bilden. Als Ersatz für 0 tritt nach dessen Abgang Strang 16 neben 8 (und zwar auf dessen anodischer Seite) auf. Das Verhalten schwächerer Sprossen ist ganz analog.

Auf der kathodischen Seite des austretenden Bündels liegen beim Längsverlauf der Stränge der 5t- und 13t obere Strang, auf der anodischen der 8t obere. Diese treten zur Schlingenbildung zusammen. Bei schwächeren Sprossen fällt der 13t obere auf der kathodischen Seite weg.

Jeder Strang steigt ungefähr 3 Internodien weit vollständig frei herunter, biegt zuletzt anodisch über der 8t unteren Blattspur ab, legt sich dann etwa im 11t unteren Internodium und zwar in kathodischer Richtung an die nämliche Blattspur an und verschmilzt mit dieser endlich im 12t- bis 16t-unteren Internodium vollständig (vergl. Taf. IV. Fig. 10).

A. Siberica Ledeb. (Pinus Pichta Fisch.)[1]. Die linearen, mehr oder weniger 2 Reihen darstellenden Blätter stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Spirale des Haupttriebes ist der Spirale der Nebentriebe an ein und demselben Zweige antidrom. Die Blattstellung ist $^{13}/_{34}$ oder höher.

Der Querschnitt durch einen Haupttrieb zeigt ungefähr 18 einsträngige Blattspuren, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale die schon bei den früheren Arten besprochene Reihenfolge einhalten (vergl. Taf. VI. Fig. 2). Dem Ausgangsstrang 0 stand hier

1) Endlicher a. a. O. p. 108. — Carrière a. a. O. p. 225. — Courtin a. a. O. p. 58.

Strang 4 oder 9 diametral gegenüber. Auf 0 folgten in anodischer Richtung das Strangpaar 8 u. 16, die 2 isolirten Stränge 3 u. 11, das Strangpaar 6 u. 14, Blattspur 1, die drei Strangpaare 9 u. 17 4 u. 12, 7 u. 15, die 2 isolirten Bündel 2 u. 10, und endlich zwischen 10 und 0 das Strangpaar 5 u. 13.

Nach Abgang von 0 wird Blattspur 4 auf dem Querschnitt isolirt, indem Bündel 12 in anodischer Richtung nach 7 hinüberrückt. Die abgegangene Blattspur 0 wird ersetzt, indem auf der anodischen Seite des 10ten Stranges Bündel 18 sichtbar wird. Die Gruppenbildung war an dem untersuchten Triebe nicht vollständig. Nach Analogie mit den früheren Arten hätten hierzu je 4 Bündel zusammentreten müssen; so nach Austritt von 0 die Bündel 10, 18, 5 und 13, so nach Abgang von 1 die Stränge 11, 19, 6 und 14 u. s. w. Bei Trieben, welche eine geringere Anzahl von Blattspuren aufzuweisen, haben, und vorzüglich in den jüngsten Theilen derselben treten die Bündel häufig noch nicht vollkommen zu Gruppen zusammen; dies pflegt dann erst nachträglich einzutreten. Nur wenig unterhalb der Terminalknospe sind alle Bündel noch vollständig isolirt, wenn der Schnitt nicht gerade eine Verschmelzungsstelle zweier Stränge getroffen hat.

Analog den übrigen bis jetzt besprochenen Coniferen mit spiraliger Blattstellung liegt auch bei A. Siberica das 5^t- und 13^tobere Bündel auf der kathodischen Seite von 0, das 8^t- und 16^tobere auf der anodischen. Diese Bündel treten zu einer häufig nicht geschlossenen Schlinge im Längsverlauf der Stränge zusammen.

Jede Blattspur steigt etwa 4 Internodien hindurch vollständig frei herab, biegt zuletzt über der 8^tunteren Blattspur anodisch aus, legt sich ungfähr im 12^tunteren Internodium in kathodischer Richtung an die nämliche Blattspur an und wird mit derselben und zwar auf deren anodischer Seite etwa im 17^tunteren Internodium vereintläufig (vergl. Taf. IV. Fig. 10).

A. Pinsapo Boiss. (A. Hispanica de Chanbr)[1]. Die kurzen, breiten, stechenden Blätter der spanischen Weisstanne stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Blattstellung ist $^{13}/_{34}$ oder höher. Durch ungleiches Wachsthum (Metatopie) werden meist sehr frühzeitig die horizontalen und verticalen Abstände zwischen den successiv sich folgenden Blättern in der unregelmässigsten Weise verändert.

---

1) Endlicher a. a. O. p. 109. — Carrière a. a. O. p. 227. — Courtin a. a. O. p. 59.

Die Anzahl der Fibrovasalstränge, welche auf einem Querschnitt sichtbar werden, ist sehr verschieden. Auf Querschnitten durch Hauptsprossen habe ich bis 30 (Taf. VI. Fig. 3 lässt bloss 28 erkennen) getrennte Blattspuren beobachtet. Die Nebensprossen zeigen eine grosse Veränderlichkeit hinsichtlich der auf den Querschnitten erkennbaren Gefässbündelzahl. So waren bei dem einen bis 26, bei einem anderen bloss bis 17 Fibrovasalstränge zu erkennen. Was nun das Verhalten des Sprosses mit 17 Gefässsträngen auf dem Querschnitt betrifft, so stimmte er bis auf die geringsten Einzelheiten so sehr mit den bei A. Siberica Ledeb. besprochenen Verhältnissen überein, dass ich auf das dort Gesagte verweise. Einzig würde Bündel 9 auf dem Querschnitt dieses 17strängigen Sprosses von A. Pinsapo noch vereinzelt auftreten, während an dem untersuchten Triebe von A. Siberica an Stelle des isolirten Bündels 9 schon das Strangpaar 9 u. 17 sichtbar ist (vergl. Taf. VI. Fig. 3). — Die Folge der 30 auf einem Querschnitt sichtbaren Blattspuren (die grösste bis jetzt beobachtete Zahl) war in der Richtung der aufsteigenden Spirale: 0, 21, 8, 29, 16, 3, 24, 11, 19, 6, 27, 14, 1, 22, 9, 17, 4, 25, 12, 20, 7, 28, 15, 2, 23, 10, 18, 5, 26, 13, 0. Dem Ausgangsstrange 0 stand wieder Strang 4 diametral gegenüber. Das Verhalten der einsträngigen Blattspuren auf dem Querschnitte durch den 30strängigen Trieb (Taf. VI. Fig. 3 zeigt einen Querschnitt mit bloss 28 Gefässbündeln; das Bild ist also ein wenig verändert) war folgendes: Auf 0 folgte in anodischer Richtung die dreigliedrige Stranggruppe 21, 8 u. 29, dann die 2 isolirten Blattspuren 16 u. 3 (letzteres schon etwas aus dem Gefässbündelkranze heraustretend), das Strangpaar 24 u. 11, das isolirte Bündel 19, die Stranggruppe 6, 27 u. 14, Blattspur 1, Strangpaar 22 u. 9, die isolirten Bündel 17 u. 4, Strangpaar 25 u. 12, die Bündelgruppe 20, 7 u. 28, die isolirten Blattspuren 15 u. 2 (letzteres schon weit herausgetreten), Strangpaar 23 u. 10, die isolirten Bündel 18 u. 5, und endlich zwischen 5 und 0 das Strangpaar 26 u. 13. Zwischen 0 und 1 finden sich demnach hier 11 Stränge (nachdem man am betreffenden Orte die eben austretenden Blattspuren ausgeschaltet hat); zwischen 1 und 2, 2 und 3 deren nur noch je 10, zwischen 3 und 4, 4 und 5, 5 und 6 aber nur noch je 9 Stränge u. s. w.

Sobald 0 auf dem Querschnitt ausgetreten ist, wird Blattspur 6 isolirt, indem das Strangpaar 27 u. 14 (auf Taf VI, Fig. 3 ist auf dem Querschnitt durch einen 28strängigen Spross Blattspur 14 noch isolirt) sich in anodischer Richtung dem Strange 1 nähert. Zu gleicher Zeit trennt sich aber auch das Strangpaar 7 u. 28 von Bündel 20

und rückt in ebenfalls anodischer Richtung nach 15 hinüber, mit welchem es nun die Stranggruppe 7, 28 und 15 bildet. Das ausgetretene Bündel 0 wird dadurch ersetzt, dass auf der anodischen Seite von 9 Strang 30 sichtbar wird.

Auf der kathodischen Seite der abgehenden Blattspur liegen beim Längsverlauf der 5^{t}-, 26st- und 13^{t}obere Fibrovasalstrang, auf der anodischen aber der 21st und der 8^{t}obere. Doch betheiligen sich an der eigentlichen Schlingenbildung nur der 21^{st}obere und der ungefähr 5 bis 6 Internodien später sichtbar werdende, dem 13^{t}oberen auf der anodischen Seite anlagernde 34^{st}obere Strang. Die Schlinge war hier sehr lang gezogen, die Bündel traten meist erst ungefähr 7 Internodien oberhalb der Austrittsstelle der Blattspur zur Schlingenbildung zusammen.

Jede Blattspur steigt in den Sprossen, welche 30 Fibrovasalstränge auf dem Querschnitt zeigen, ungefähr 6 Internodien weit vollständig frei herunter, *biegt über der 21^{st}unteren eben austretenden Blattspur anodisch hinüber, legt sich in kathodischer Richtung etwa im 27^{t}unteren Internodium an die nämliche Blattspur an* und wird mit dieser und zwar auf deren anodischer Seite ungefähr im 29st- oder 30^{st}unteren Internodium vereintläufig (vergl. hier das für Picea alba Link auf Taf. V. Fig. 6 gegebene Schema für den Längsverlauf der Stränge). A. Pinsapo liefert hiermit zu der Reihe der bis jetzt bei den Abietineen besprochenen Verschmelzungserscheinungen ein neues Glied, indem die herabsteigende Blattspur bei kräftigeren Sprossen dieser Pflanze erst mit *je dem 21^{st}unteren Strange in kathodischer Richtung* vereintläufig wird.

A. *Cilicica* Carrière (Pinus Cilicica Ant. et Kotschy)[1]. Die an der Basis meist etwas gedrehten, an der Spitze etwas ausgerandeten Blätter stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Stellung ist $^{13}/_{34}$ und höher. Die einsträngige Blattspur spaltet sich im Blatte in 2 deutlich getrennte neben einander herlaufende Fibrovasalstränge. Auf der Unterseite ziemlich nah dem Rande verläuft auf jeder Seite des Blattes ein Harzgang.

Die Zahl der auf einem Querschnitt sichtbaren Fibrovasalstränge war sehr hoch; sie wechselte bei den von mir untersuchten Trieben von 28 bis 36. Dabei hatten die zuerst austretenden Blattspuren sich oft schon so weit vom Gefässbündelkranze entfernt, dass ihre

1) Carrière a. a. O. p. 229. — Courtin a. a. O. p. 57.

ursprüngliche Stellung nur durch Vergleichung mit den noch nicht vollständig herausgetretenen Blattspuren berechnet werden musste. Die Fibrovasalstränge folgten auf einem Querschnitt nur wenig unterhalb der Terminalknospe, welcher 36 Blattspuren zeigte und auf welchem sämmtliche Stränge, soweit sie nicht gerade an ihrer Verschmelzungsstelle mit anderen getroffen wurden, sich schon isolirt hatten, in der Richtung der aufsteigenden Spirale in nachstehender Reihe auf einander: 0, 34, 21, 8, 29, 16, 3, 24, 11, 32, 19, 6, 27, 14, 1, 35, 22, 9, 30, 17, 4, 25, 12, 33, 20, 7, 28, 15, 2, 23, 10, 31, 18, 5, 26, 13, 0. Dabei hatten die Blattspuren 0, 1, 2, 3 u. 4 sich der Peripherie des Querschnitts schon mehr oder weniger genähert. Hätte man z. B. vom Mittelpunkt des Querschnitts je eine Gerade nach einen dieser 5 Bündel gezogen, so würde die nach 0 gezogene Gerade über 34, die für 1 bestimmte über 35, die für 2 über 15, die für 3 zwischen 24 und 11 hindurch, die für 4 bestimmte endlich zwischen 17 und 24 hindurch gegangen sein. Zwischen 0 und 1, 1 und 2 befinden sich noch je 13 Stränge, zwischen 2 und 3, 3 und 4 (nach Ausschaltung der betreffenden Blattspuren) aber deren nur noch je 12 u. s. w.

Betrachtet man die noch deutlich ihre Stellung im Gefässbündelkranze einnehmenden Blattspuren für sich, so hat man nach Entfernung der Bündel 0, 1, 2, 3 u. 4 folgende Verhältnisse: In anodischer Richtung folgen auf 5 die viergliedrige Stranggruppe 26, 13, 34 und 21, Blattpur 8, Bündelgruppe 29, 16 u. 24, die isolirte Blattspur 11, Strangpaar 32 u. 19, Blattspur 6, die Bündelgruppe 27, 14, 35 und 22, Blattspur 9, Bündelgruppe 30, 17 u. 25, das isolirte Bündel 12, Strangpaar 33 u. 20, Blattspur 7, Bündelgruppe 28, 15 u. 23, Blattspur 10 und endlich zwischen 10 und 5 das Strangpaar 31 u. 18.

Sobald nun 5 ausgetreten wäre (d. h. bloss aus dem Gefässbündelkranze, um noch ungefähr 5 Internodien weit ausserhalb dieses Stranges sichtbar zu sein, so wie es auf Querschnitten nur wenig unterhalb der Terminalknospe der Fall war), so würde Bündel 13 isolirt werden, indem sich 26 kathodisch herüberbewegen würde, um mit dem Strangpaar 31 u. 18 nun die dreigliedrige Stranggruppe 31, 18 und 26 über der ausgetretenen Blattspur nach Verlauf einiger Internodien zu bilden; indem ferner das Strangpaar 34 u. 21 sich in anodischer Richtung von 13 entfernen würde. Endlich würde das in das Blatt abgehende (also aus dem Querschnitt überhaupt verschwindende) Bündel 0 dadurch ersetzt werden, dass auf der kathodischen Seite von 23 Bündel 36 sichtbar wird und so die folgende Reihe:

28, 15, 36 u. 23 zusammenhängender Stränge entsteht. Die aus dem Gefässbündelkranz herausgetretene Blattspur 5 und somit die Zahl der isolirten Blattspuren überhaupt wird durch Isolirung von 13 wiederhergestellt.

Auf der kathodischen Seite einer Blattspur finden sich im Schema für den Längsverlauf je der 5^{t}-, 26st- und 13^{t}obere Strang, auf der anodischen dagegen je der 21st-, 8^{t}- und 16^{t}obere. Doch betheiligen sich bloss der 21^{st}obere auf der einen und der 13^{t}- und 26^{st}obere auf der anderen Seite an der Schlingenbildung. Die Schlingenbildung kam hier sehr frühzeitig zu Stande.

Die Blattspuren (eines 36strängigen Sprosses) steigen 8 und mehr Internodien weit vollständig frei herab, treten in kathodischer Richtung über die 13^{t}untere eben abgehende Blattspur herüber, legen sich in anodischer Richtung an die nämliche Blattspur ungefähr im 21^{st}unteren Internodium an und werden mit derselben etwa im 31^{st}unteren Internodium vereintläufig. Obgleich sich also bei A. Cilicica noch mehr Gefässbündel auf dem Querschnitt vorfinden, als bei stärkeren Sprossen von A. Pinsapo Boiss., so ist doch bei letzterer Art der Vereinigungsstrang merkwürdiger Weise ein tiefer gelegener, als bei A. Cilicica.

Die untersuchten Arten der Gattung Abies tragen ihre Blätter in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Wie bei Tsuga Canadensis ist die Spirale des Hauptsprosses der Spirale der zugehörigen Nebensprosse normal antidrom. Nur bei A. Cephalonica scheint im Ganzen die rechtsläufige Spirale vorzuherrschen. Die Blattstellung ist im Vergleich zu den Cupressineen mit spiraliger Blattstellung eine verhältnissmässig hohe; sie ist meist $^{8}/_{21}$ oder $^{13}/_{34}$ Stellung oder auch noch höher, selten $^{3}/_{8}$ Stellung, wie z. B. bei A. Cephalonica und seltner bei A. Nordmanniana oder an den letztjährigen Sprossen eines zweijährigen Pflänzchens von A. pectinata (nach Cramer). Die einsträngigen Blattspuren spalten sich im Blatt in 2 dicht neben einander herlaufende Fibrovasalstränge, z. B. bei A. Nordmanniana, A. Cephalonica, A. Cilicica; bei A. Pindrow scheint sich der in das Blatt eintretende Fibrovasalstrang nicht zu spalten.

Die Anzahl der auf einem Querschnitt sichtbaren Blattspuren ist bei den untersuchten Arten sehr verschieden und auch bei der einzelnen Art oft höchst veränderlich. Die geringste Anzahl zeigte A. Pindrow (11 bis 15), A. Siberica (18), schwächere Sprossen von A. balsamea (13), von A. pectinata (13 bis 18, nach Cramer), A. Nord-

manniana (16) und auch A. Pinsapo (17). Die gewöhnliche Anzahl der auf Querschnitten durch stärkere Sprossen erkennbaren Fibrovasalstränge bewegte sich zwischen 20 bis 25 Strängen, so bei A. Nordmanniana (24), A. pectinata (19 bis 25), A. Cephalonica (20 bis 25), A. balsamea (24). Die grösste Anzahl liessen A. Pinsapo (bis 30) und A. Cilicica (28 bis 36) erkennen.

So veränderlich die Anzahl der Fibrovasalstränge ist, so constant ist dagegen die Reihenfolge derselben in der Richtung der aufsteigenden Spirale. Diese Folge richtet sich hier vollständig nach dem von Lestiboudois[1]) gegebenen Schema. Ebenso ist die Stellung der einzelnen Bündel zu einander, so weit es die Veränderlichkeit hinsichtlich ihrer Zahl und das Alter des zu Querschnitten benutzten Theiles eines Sprosses gestattet, bei allen Arten eine durchaus analoge. Die gleiche Analogie findet sich auch in den Veränderungen, welche nach Austritt einer Blattspur in der Ansicht des Querschnittes hervorgerufen werden; in der Lage der einzelnen Bündel zu der austretenden Blattspur; in dem Ausbiegen der herabsteigenden Fibrovasalstränge über einer eben austretenden Blattspur, kurz bevor sie sich an ihren Vereinigungsstrang anlegen; endlich in der Art und Weise des Vereintläufigwerdens.

Wie schon bei Tsuga Canadensis ersichtlich war, legt sich die herabsteigende Blattspur an ihren Vereinigungsstrang, wenn es der 3'untere ist, immer kathodisch an (Tsuga Canadensis), anodisch aber, wenn der Vereinigungsstrang der 5'untere ist (Tsuga Canadensis, Abies pectinata in seltneren Fällen nach Cramer), wiederum kathodisch, wenn der Vereinigungsstrang der 8'untere ist (Abies Nordmanniana, A. balsamea, A. pectinata, A. Pindrow, A. Siberica, A. Pinsapo), anodisch dagegen, wenn der Vereinigungsstrang der 13'untere ist (Tsuga Canadensis, Abies pectinata, A. Cephalonica, A. balsamea, A. Cilicica), endlich wiederum kathodisch, wenn der Vereinigungsstrang der 21'untere ist (bis jetzt bloss bei Abies Pinsapo). Die in der Blattstellung eine so wichtige Rolle spielende Reihe: 3, 5, 8, 13, 21 u. s. w. wird hier also in 2 Reihen gespalten, in eine kathodische (3, 8, 21) und in eine anodische (5, 13). Im Ganzen gilt die Regel, dass, je mehr Blattspuren auf einem Querschnitt sichtbar sind, desto tiefer auch der Vereinigungsstrang zu liegen kommt. Doch ist dies nicht immer der Fall (vergl. z. B. Abies Pinsapo und A. Cilicica).

1) Lestiboudois a. a. O. p. 82 u. 83.

Picea Link.

P. Menziesii Carrière (Pinus Menziesii Dougl.)[1]. Die dicklichen, sehr dicht stehenden Blätter der Menziesfichte sind in einer rechts- oder linksläufigen Spirale angeordnet. Die Spirale des Hauptsprosses ist dabei an ein und demselben Zweige der Spirale der zugehörigen Nebensprossen antidrom. Die Blattstellung ist $^{8}/_{21}$ und höher.

Die Anzahl der auf einem Querschnitt sichtbaren Fibrovasalstränge ist bei einem Hauptspross gemeiniglich höher, als bei einem der zugehörigen Nebensprosse. So zeigte ein Hauptspross 25 bis 28 Fibrovasalstränge, während ein zugehöriger Nebenspross deren nur 17 unterscheiden liess. Die Reihenfolge war in beiden Fällen die normale. Blattspur 0 stand dem Strange 4 diametral gegenüber. Am Hauptspross folgten in anodischer Richtung auf 0 zuerst Strangpaar 21 u. 8, die zwei einzeln stehenden Stränge 16 u. 3, Strangpaar 24 u. 11, Bündelgruppe 19, 6, 27 u. 14, Blattspur 1, Strangpaar 22 u. 9, Bündelgruppe 17, 4, 25 u. 12, Strangpaar 20 u. 7, die zwei einzeln stehenden Blattspuren 15 u. 2, Strangpaar 23 u. 10, und endlich die Bündelgruppe 18, 5, 26 u. 13. — Am Nebenspross dagegen folgten auf 0 die Bündelgruppe 8, 16, 3 u. 11, das Strangpaar 6 u. 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 9, 4 u. 12, Strangpaar 7 und 15, Blattspur 2, der einzeln stehende Strang 10, und endlich zwischen 10 und 0 das Strangpaar 5 und 13.

Sobald am Hauptspross 0 ausgetreten war, wurde auf dem Querschnitt Blattspur 4 isolirt, indem sich 17 kathodisch herüberbog, das Strangpaar 25 u. 12 aber sich anodisch nach 20 zu hinüberbewegte. Die ausgetretene Blattspur aber wurde dadurch ersetzt, dass auf der kathodischen Seite von 15 Bündel 28 so zwischen 15 und die zunächst liegenden Stränge trat, dass die Stränge 20, 7, 28 u. 15 eine einzige Gruppe sich unter einander berührender Bündel bildeten. — Am Nebenspross wurde nach Austritt von 0 die Blattspur 3 isolirt, indem das Strangpaar 8 u. 16 kathodisch herüberbog, das Bündel 11 aber in anodischer Richtung nach dem Strangpaar 6 u. 14 hinüberrückte. Die ausgetretene Blattspur 0 wurde dadurch wieder ersetzt, dass anodisch an 9 sich anlegend Bündel 17 sich zwischen 9 u. 4 so hineinschob, dass die Stränge 9, 17, 4 u. 12 eine einzige Gruppe sich unter einander berührender Bündel bildeten.

1) Endlicher a. a. O. p. [illegible] — Carrière a. a. O. p. 237. — Courtin a. a. O. p. 61

Beim Nebenspross lagen im Schema für den Längsverlauf auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur der 5t- und 13t-obere Strang, auf der anodischen dagegen der 8t und der 16t obere; beim Hauptspross trat auf der kathodischen Seite zwischen den 5t- und 13t oberen Strang noch das 26st obere Bündel dazwischen, auf der anodischen Seite aber stieg zwischen der ausgehenden Blattspur und dem 8t oberen Bündel noch der 21st obere Strang herab. An der eigentlichen Schlingenbildung, welche in beiden Fällen ziemlich spät einzutreten pflegte, betheiligten sich im Nebenspross auf der kathodischen Seite nur das 13t obere und das diesem anodisch anliegende etwas oberhalb der Austrittsstelle der Blattspur sichtbar werdende 21st obere Bündel, auf der anodischen dagegen das 8t- und 16t obere; im Hauptspross betheiligten sich daran auf der kathodischen Seite das 26st- und 13t obere Bündel, auf der anodischen aber der 21st obere Strang nebst dem einige Internodien oberhalb der ausgetretenen Blattspur auf der kathodischen Seite von 21 sichtbar werdenden 34st oberen Bündel.

Am Nebenspross stieg ein Fibrovasalstrang 2 Internodien weit vollständig frei herab, trat anodisch über die 8t untere Blattspur hinüber, legte sich etwa im 10t unteren Internodium in kathodischer Richtung an die nämliche Blattspur an, um endlich ungefähr im 17t unteren Internodium mit ihr vereintläufig zu werden (vergl. das Schema auf Taf. IV. Fig. 10). — Am Hauptspross stieg ein Fibrovasalstrang 4 bis 5 Internodien weit vollständig frei herab, bog in kathodischer Richtung über die 13t untere Blattspur, legte sich ungefähr im 17t unteren Internodium in entgegengesetzter, anodischer Richtung an die nämliche Blattspur an, um etwa im 24st unteren Internodium mit derselben und zwar auf deren kathodischer Seite vereintläufig zu werden (vergl. hier das Schema auf Taf. V. Fig. 1).

P. alba Link (Pinus alba Ait)[1]. Die einander sehr genäherten, beiderseits bleichgrünen Blätter der amerikanischen Weisstanne bilden eine rechts- oder linksläufige Spirale. Die Blattstellung schwankt meist zwischen $^{8}/_{21}$ und $^{13}/_{34}$.

Ein Querschnitt durch einen Hauptspross etwas unterhalb der Terminalknospe da, wo die sämmtlichen Stränge nicht mehr vollständig isolirt waren, liess 28 bis 32 Fibrovasalstränge erkennen (Taf. V. Fig. 5), welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale in

1) Endlicher a. a. O. p. 112. — Carrière a. a. O. p. 238. — Courtin a. a. O. p. 60.

der gewöhnlichen Reihenfolge angeordnet waren. Dem Ausgangsstrange 0 stand etwa Strang 4 diametral gegenüber. Auf 0 folgte nun in anodischer Richtung die Bündelgruppe 21, 8, 29 u. 16, Blattspur 3, Bündelgruppe 24, 11 u. 19, Blattspur 6, Strangpaar 27 u. 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 22, 9, 30 u. 17, Blattspur 4, Strangpaar 25 u. 12, Bündelgruppe 20, 7, 28 u. 15, Blattspur 2, Bündelgruppe 23, 10 u. 18, Blattspur 5, und endlich zwischen 5 u. 0 das Strangpaar 26 u. 13.

Sobald 0 ausgetreten ist, wird auf dem Querschnitt Blattspur 7 isolirt, indem der Strang 20 mit dem auf seiner kathodischen Seite liegenden Bündelpaar 25 u. 12 zu der dreigliedrigen Bündelgruppe 25, 12 u. 20 zusammentritt, und indem das Bündelpaar 28 u. 15 in anodischer Richtung nach 2 hinüberrückt. Das abgegangene Bündel 0 wird dadurch ersetzt, dass auf der anodischen Seite von 10 der 31ste Strang sichtbar wird und sich zwischen 23 und 10 auf der einen Seite, 18 auf der anderen hineinschiebend, an der Bildung der Bündelgruppe 23, 10, 31 u. 18 Theil nimmt.

Auf der kathodischen Seite einer austretenden Blattspur liegt im Schema für den Längsverlauf der Stränge (vergl. Taf. V, Fig. 6) der 26st- und 13^{t}obere Strang, auf der anodischen der 21st- und 8^{t}obere. An der Schlingenbildung betheiligen sich bloss der 26st-, 13^{t}- und 21^{st}obere und bisweilen noch der auf der anodischen Seite des 13^{t}-oberen Bündels herabsteigende 34^{st}obere Strang.

Jede Blattspur steigt ungefähr 7 Internodien weit vollständig frei herab (vergl. hier und im Folgenden Taf. V. Fig. 6), biegt zuletzt über der 21^{st}unteren eben austretenden Blattspur anodisch hinüber, legt sich etwa im 28^{st}unteren Internodium an die nämliche Blattspur in kathodischer Richtung an und wird mit derselben und zwar auf deren anodischer Seite ungefähr im 31^{st}unteren Internodium vereintläufig. — P. alba stimmt also hierin am meisten mit den an stärkeren Sprossen von Abies Pinsapo Boiss. gefundenen Verhältnissen überein.

P. excelsa Link (Pinus Abies L., P. Picea du Roi, Picea vulgaris Link)[1]. Die Blätter der Rothtanne stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Spirale des Hauptsprosses ist derjenigen der zugehörigen Nebensprosse constant antidrom. Die Blattstellung ist $^5/_{13}$ und höher.

Auf einem Querschnitt durch einen der von mir untersuchten

1) Endlicher a. a. O. p. 116. — Carrière a. a. O. p. 245. — Courtin a. a. O. p. 62.

Sprosse waren ungefähr 14 bis 18 Fibrovasalstränge deutlich zu unterscheiden (vergl. Taf. VI. Fig. 4), welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale die gewöhnliche Reihe darboten. Dem Ausgangsbündel 0 stand auch hier Strang 4 oder 9 diametral gegenüber. Auf 0 folgte in anodischer Richtung die Bündelgruppe 8, 16, 3 u. 11, das Strangpaar 6 u. 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 9, 4 u. 12, wiederum eine viergliedrige Bündelgruppe 7, 15, 2 u. 10 (aus welcher bisweilen Blattspur 2 schon etwas herausgetreten war), und endlich Strangpaar 5 u. 13. Zwischen 0 u. 1 finden sich noch 6 Blattspuren, zwischen 1 u. 2, 2 u. 3 (nach Ausschaltung der zunächst abgehenden Blattspuren an den betreffenden Orten) noch je 5, zwischen 3 u. 4, 4 u. 5, 5 und 6 deren nur noch je 4 u. s. w.

Nach Austritt der Blattspur 0 wird auf solch einem Querschnitt Strang 2 isolirt, indem das Strangpaar 7 u. 15 kathodisch nach 12, Bündel 10 aber anodisch nach dem Strangpaar 5 u. 13 zu bewegt, um mit diesem die dreigliedrige Bündelgruppe 10, 5 u. 13 zu bilden. Das ausgetretene Bündel 0 wird dadurch ersetzt, dass auf der anodischen Seite von 9 zwischen 9 und dem Strangpaare 4 und 12 das Bündel 17 sichtbar wird und so die viergliedrige Bündelgruppe 9, 17, 4 u. 12 zu Stande kommt. Entsprechende Veränderungen finden nach Abgang der Blattspuren 1, 2, 3 u. s. w. statt.

Auf der kathodischen Seite des abgehenden Bündels liegen der 5^{t}- und der 13^{t}obere Strang, auf der anodischen Seite dagegen der 8^{t}- und 16^{t}obere. Sämmtliche genannte Stränge mit alleiniger Ausnahme des 5^{t}oberen betheiligen sich an der Schlingenbildung, bisweilen schiebt sich auf der anodischen Seite des 13^{t}oberen Stranges zwischen dem 13^{t}oberen und dem 8^{t}oberen noch das 21^{st}obere Bündel hinein.

Jede Blattspur steigt etwa 2 Internodien weit vollständig frei herab, tritt zuletzt anodisch über dem 8^{t}unteren Strang herüber, legt sich etwa im 11^{t}unteren Internodium in kathodischer Richtung an die nämliche Blattspur an und wird mit derselben ungefähr im 16^{t}- oder 17^{t}unteren Internodium (durchschnittlich gerechnet) vereintläufig.

Untersuchungen, welche im Jahre 1865 von H. Prof. Cramer[1]) und Ed. Stebler[2]) angestellt wurden, führten zu ganz ähnlichen Resultaten. Da meine eigenen Beobachtungen an Picea excelsa erst vom Jahre 1866 her datiren, so sind dieselben eigentlich bloss als

1) Cramer, nach Untersuchungen vom Mai 1865.

2) Stebler, nach Untersuchungen vom Mai 1865.



Bestätigungen dieser früheren Untersuchungen zu betrachten. — Die Blattstellung war an den ziemlich robusten Sprossen vorherrschend $^{8}/_{21}$; in der Terminalknospe (nach Zeichnungen von Cramer) $^{13}/_{34}$ bis $^{21}/_{55}$.

Ein Querschnitt liess durchschnittlich 28 bis 30 Fibrovasalstränge (also bedeutend mehr, als die von mir untersuchten Sprosse) unterscheiden, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale die gewöhnliche Reihenfolge darboten. Doch kamen auch Querschnitte mit mehr (bis 33) Blattspuren vor. So folgte bei 32 Fibrovasalsträngen auf den Ausgangsstrang 0 in anodischer Richtung: der isolirte Strang 21, Blattspur 8, Strangpaar 29 u. 16, Blattspur 3, Bündelgruppe 24, 11, u. 19, Blattspur 6, Strangpaar 27 u. 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 22, 9, 30 u. 17, Blattspur 4, Strangpaar 25 u. 12, der isolirte Strang 20, Blattspur 7, Strangpaar 28 u. 15, Blattspur 2, Bündelgruppe 23, 10, 31 u. 18, Blattspur 5, Strangpaar 26 u. 13.

Gleich nachdem Blattspur 0 ausgetreten ist, wird auf dem Querschnitt Blattspur 9 isolirt, indem Strang 22 kathodisch nach 1 hinüberrückt, das Strangpaar 30 u. 17 dagegen in anodischer Richtung sich nach 4 hinüberbewegt. Die ausgetretene Blattspur 0 aber wird ersetzt, indem auf der kathodischen Seite von 19 Strang 32 sichtbar wird und so mit dem Strangpaar 24 u. 11 auf der einen und mit dem Bündel 19 auf der anderen Seite eine viergliedrige Bündelgruppe 24, 11, 32 u. 19 bildet.

Im Längsverlauf der Stränge liegt auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur 0 der 26st- und der 13^{t}obere Strang, auf der anodischen dagegen der 21st- und der 8^{t}obere. An der Schlingenbildung betheiligen sich jedoch bloss der 26st-, 13^{t}-, 21st- und der mittlerweile auf der kathodischen Seite des 21^{st}oberen Bündels heruntersteigende 34^{st}obere Strang.

Jede Blattspur steigt ungefähr 8 bis 9 Internodien weit vollständig frei herab, biegt zuletzt über der 21^{st}unteren Blattspur in anodischer Richtung herüber, legt sich etwa im 20^{st}unteren Internodium in ebenfalls anodischer Richtung an die 13^{t}untere Blattspur an, um mit derselben und zwar auf deren kathodischer Seite ungefähr im 28^{st}unteren Internodium oder auch noch einige Internodien später vereintläufig zu werden (vergl. hier Taf. V. Fig. 19).

Interessant ist hierbei das Vorkommen von Verbindungssträngen in den etwas tiefer gelegenen Stengelpartieen. Jeder Strang nämlich kann ungefähr in der Region, wo er in anodischer

Richtung mit seinem Verbindungsstrang, hier dem 18^{t} unteren, verschmilzt, auch in kathodischer Richtung sich mit dem benachbarten Strang in Verbindung setzen. Dieser Verbindungsast legt sich ungefähr im 29st unteren Internodium an die 21st untere Blattspur an und ist nur etwa ein Internodium weit, also ungefähr vom 29st unteren bis zum 28st unteren Internodium sichtbar. Auf dem Querschnitt macht sich dieser Verbindungsstrang durch ein schwaches, nur kurze Zeit neben den anderen Strängen sichtbares Gefässbündel bemerkbar. Doch kann die Bildung von Verbindungssträngen auch unterbleiben.

P. excelsa ist auch von Hanstein[1]) untersucht worden, doch fehlen genauere Angaben bezüglich dieser Untersuchungen.

Die Anzahl der Cotyledonen ist bei P. excelsa nach Beobachtungen von Cramer[2]) sehr veränderlich. Sie bewegte sich zwischen 5 und 10; die meisten Keimpflänzchen zeigten jedoch 7 oder 8 Cotyledonen, etwas weniger 9, noch weniger Pflänzchen liessen 6 oder 10 erkennen, in äusserst seltenen Fällen traten 5 Cotyledonen auf. Folgende Tabelle möge dies noch deutlicher zeigen.

	Cotyledonen: 5	6	7	8	9	10
a. 1 Keimpflänzchen[3]) zeigte	.	.	1	.	.	.
b. Von 72 „ [4]) zeigten	.	5	24	26	13	4
c. „ 4 „ [5]) „	1	.	1	2	.	.
d. „ 4 „ [6]) „	.	.	1	2	.	1
e. „ 7 „ [7]) „	.	.	2	3	2	.
f. „ 10 „ [8]) „	.	.	4	3	3	.
Von 98 Keimpflänzchen zeigten	1	5	33	36	18	5

Häufig sind 2 bis 3 Cotyledonen mit einander verwachsen. Das Stengelchen ist grün, die Cotyledonen sind intensiv grün.

Nach Untersuchungen von Uhl[9]) fanden sich bei einem mit 7

1) Hanstein, in Pringsheim's Jahrb. Bd. 1. p. 260. — Ann. d. Sc. Nat. IV. Série. Tome VIII. p. 12.

2) Cramer, nach Untersuchungen v. 16., 18., 20., 23., 29. Juni und 13. Juli 1861.

3) Cramer, Untersuchung vom 16. Juni. Das Pflänzchen war zu Hause gezogen.

4) Cramer, Unters. vom 18. Juni. Die Pflänzchen stammten aus dem botan. Garten.

5) Cramer, Unters. vom 20. Juni. Pflänzchen zu Hause gezogen.

6) Cramer, Unters. vom 23. Juni. Pflänzchen zu Hause gezogen.

7) Cramer, Unters. vom 29. Juni. Pflänzchen zu Hause gezogen.

8) Cramer, Unters. vom 13. Juli. Pflänzchen zu Hause gezogen.

9) Uhl, Unters. vom 16. Juni 1861.

Cotyledonen und 4 Primordialblättern versehenen Keimpflänzchen 60 bis 50 Millim. unterhalb des Cotyledonarknotens nur 3 Gefässbündel, mit welchen 3 Gruppen brauner den Bast vertretender Zellen alternirten; 40 Millim. unterhalb des Knotens waren diese 3 Gefässbündel ebenfalls noch sichtbar, mit ihnen alternirten jetzt 3 Cambiumbündel. Erst unmittelbar unterhalb des Cotyledonarknotens traten 7 für die Cotyledonen bestimmte Stränge auf; sie entstanden dadurch, dass 2 von den 3 ursprünglichen Gefässbündeln sich spalteten, an Stelle des dritten aber jetzt 3 Stränge auftraten. — Zwischen 2 Bündeln des jetzt in 3 Stränge geschiedenen Cotyledonargefässbündels liess sich jetzt noch ein neues, viertes Bündel im inneren für die Primordialblätter bestimmten Gefässbündelkreise erkennen, so dass derselbe nun viergliedrig erschien. So war auch für die Primordialblätter, von welchen jedes je einen Gefässstrang erhielt, die nöthige Anzahl von Gefässbündeln hergestellt. — In den Cambiumbündeln treten innen Gefässe auf.

Zu ganz ähnlichem Resultate führen von Meier[1]) angestellte Beobachtungen. An einem Keimpflänzchen mit 7 Cotyledonen fanden sich 50 und 35 Millim. unterhalb des Cotyledonarknotens nur 3 Gefässbündel vor; die gleiche Anzahl liess sich noch 24, 15, 10, 5 u. 2 Millim. unterhalb des Knotens erkennen, nur alternirten hier 3 Cambiumbündel mit den 3 Gefässbündeln, von welchen letzteren eines auffallend verbreitert war. Im Knoten selbst verdoppelten sich 2 der ursprünglichen Stränge, an Stelle des dritten (verbreiterten) Bündels wurden jetzt 3 Stränge bemerkbar. Es erschienen auch 3 für Primordialblätter bestimmte Bündel; die Stellung der Primordialblätter war $^3/_8$.

An einem Keimpflänzchen mit 8 Cotyledonen, welches Cramer[2]) untersuchte, waren 3 Cotyledonen vollständig frei, von den übrigen 5 waren je 3 und je 2 mit einander verwachsen. Bis dicht unterhalb des Knotens fanden sich 3 Gefässbündel vor. Im Knoten selbst verdoppelten sich 2 Stränge, an Stelle des 3ten aber wurden 4 Bündel sichtbar. — Die 4 Primordialblätter waren von gleicher Grösse und fast ins Kreuz gestellt. Noch auf dem Querschnitt durch den Knoten traten erst 3 Primordialblattstränge auf, ein wenig oberhalb des Knotens trat jedoch zu diesen Bündeln auch noch das vierte hinzu. Jedes Primordialblatt erhielt je einen Gefässstrang.

P. Khutrow Carrière (Pinus Smithiana Lamb., Pinus Morinda

1) Meier, Unters. vom 23. Juni 1861.

2) Cramer, Unters. vom 23. Juni 1861.

hort.)[1]). Die 1 bis 1½ Zoll langen Nadeln der Himalayafichte stehen an den hängenden Zweigen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Blattspiralrichtung eines Hauptsprosses ist derjenigen der zugehörigen Nebensprosse entgegengesetzt. Die Blattstellung ist $^{13}/_{34}$ und höher.

Auch hier ist die Anzahl der Fibrovasalstränge auf Querschnitten durch einen Nebenspross geringer, als auf solchen durch einen Hauptspross. So zeigte ein Querschnitt durch die Axe eines Nebensprosses im Mittel etwa 22 Fibrovasalstränge. Drei Hauptsprossen von ungleicher Stärke zeigten dagegen bei der Untersuchung der erste durchschnittlich ungefähr 27, der zweite etwa 35, der dritte stärkste endlich etwa 47 Stränge (vergl. Taf. VI. Fig. 5). Die Reihenfolge der Gefässbündel war bei dem letzteren in der Richtung der aufsteigenden Spirale: 0, 21, 42, 8, 29, 16, 37, 3, 24, 45, 11, 32, 19, 40, 6, 27, 14, 35, 1, 22, 43, 9, 30, 17, 38, 4, 25, 46, 12, 33, 20, 41, 7, 28, 15, 36, 2, 23, 44, 10, 31, 18, 39, 5, 26, 13, 34, 0. Bei den Sprossen mit geringerer Bündelzahl sind die Nummern, welche über die Anzahl der auf den Querschnitten sichtbaren Fibrovasalstränge hinausreichen, nachdem man dieselbe um 1 vermindert hat (also x — 1), zu streichen. Auf allen Querschnitten stand der Ausgangsblattspur 0 etwa 9 diametral gegenüber.

Die Fibrovasalstränge waren im 22strängigen Nebenspross folgendermaassen vertheilt. Auf 0 folgte in anodischer Richtung die Bündelgruppe 21, 8 u. 16, das Strangpaar 3 u. 11, die Bündelgruppe 19, 6 u. 14, Blattspur 1, die zwei Strangpaare 9 u. 17, 4 u. 12, die Bündelgruppe 20, 7 u. 15, Blattspur 2, und endlich zwischen 2 und 0 die zwei Strangpaare 10 u. 18, 5 u. 13. — Sobald 0 ausgetreten war, wurde Blattspur 3 noch vollends isolirt, indem Strang 11 in anodischer Richtung nach 19 hinüberrückte, um mit demselben das Strangpaar 11 und 19 zu bilden; die Blattspur 6 wurde durch gleichzeitiges kathodisches Hinüberbiegen des genannten Bündels 19 einseitig isolirt und blieb gewöhnlich noch ein Internodium hindurch mit Strang 14 zu einem Strangpaare verbunden; für das ausgetretene Bündel 0 endlich leistete der auf der kathodischen Seite von 9 herabsteigende Strang 22 Ersatz.

Die Fibrovasalstränge des 27strängigen Sprosses zeigten folgende Anordnung: Auf 0 folgte in anodischer Richtung die Bündelgruppe 21, 8 u. 16, Blattspur 3, Strangpaar 24 u. 11, die Bündelgruppe 19,

1) Endlicher a. a. O. p. 122. — Carrière a. a. O. p. 258. — Courtin a. a. O. p. 60.

6 u. 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 22, 9 u. 17, Blattspur 4, das Strangpaar 25 u. 12, die Bündelgruppe 20, 7 u. 15, Blattspur 2, Bündelgruppe 23, 10 u. 18, Blattspur 5 und endlich zwischen 5 u. 0 das Strangpaar 26 u. 13. — Sobald nun 0 ausgetreten war, wurde Blattspur 6 frei, indem Strang 19 in kathodischer Richtung nach dem Strangpaar 24 u. 11 herüberrückte, um mit diesem eine dreigliedrige Bündelgruppe 24, 11, u. 19 zu bilden, Strang 14 aber mit dem an seiner kathodischen Seite jetzt heruntersteigendem Bündel 27 in anodischer Richtung nach 1 zu sich bewegte. Für das abgegangene Bündel 0 lieferte der genannte Strang 27 Ersatz.

Die Fibrovasalstränge des 47strängigen Sprosses waren in folgender Weise angeordnet (vergl. Taf. VI. Fig. 5). Auf Strang 0 folgten in anodischer Richtung die viergliedrige Bündelgruppe 21, 42, 8 u. 29, das Strangpaar 16 u. 37, Blattspur 3, die Bündelgruppe 24, 45, 11 u. 32, Strangpaar 19 u. 40, Blattspur 6, der einzeln stehende Strang 27, das Strangpaar 14 u. 35, Blattspur 1, die Bündelgruppe 22, 43, 9 u. 30, das Strangpaar 17 u. 38, Blattspur 4, die viergliedrige Bündelgruppe 25, 46, 12 u. 33, die viergliedrige Gruppe 20, 41, 7 u. 28, Strangpaar 15 u. 36, Blattspur 2, Bündelgruppe 23, 44, 10 u. 31, Strangpaar 18 u. 39, Blattspur 5, und endlich die dreigliedrige Bündelgruppe 26, 13 u. 34. Zwischen 0 und 1 finden sich 17 Stränge, zwischen 1 und 2, 2 und 3, 3 u. 4 (nach Ausschaltung der successiv abgehenden Blattspuren) deren noch je 16, zwischen 4 und 5, 5 und 6 nur noch je 15 u. s. w. — Sobald 0 ausgetreten ist, wird Strang 7 isolirt, indem die auf der kathodischen Seite befindlichen Stränge 20 u. 41 sich in derselben Richtung von 7 nach der Bündelgruppe 25, 46, 12 u. 33 hinüberbewegen, während das Bündel 28 anodisch nach dem Strangpaar 15 u. 36 tritt. Das eben noch allein stehende Bündel 27 bildet jetzt ferner mit dem Strangpaar 14 und 35 eine dreigliedrige Bündelgruppe. Das abgegangene Bündel 0 endlich wird durch Strang 47 ersetzt, welcher auf der kathodischen Seite von 26 sich zwischen 26 und den zwei Strängen 13 u. 34 so hineinschiebt, dass dadurch eine viergliedrige Bündelgruppe 26, 47, 13 und 34 entsteht.

Auf der kathodischen Seite eines austretenden Fibrovasalstranges lag beim Schema für den Längsverlauf der Stränge im 22strängigen Sprosse das 5t- und 13tobere Bündel, auf der anodischen das 21st- und 8tobere. An der Schlingenbildung betheiligten sich bloss das 13t- und das 21stobere Bündel, wobei oft auf der kathodischen Seite vom 13toberen auch schon das hier heruntersteigende 26stobere noch

Theil nahm. — Im 27strängigen Spross lag auf der kathodischen Seite des in ein Blatt abgehenden Bündels gleicherweise das 26st- und das 13tobere Bündel; auf der anodischen das 21st- und das 8t-obere. An der Schlingenbildung nahmen alle Theil mit Ausnahme des 8toberen Stranges. — Im 47strängigen Hauptspross endlich lag auf der kathodischen Seite der abgehenden Blattspur der 26st-, 13t- und 34stobere Strang, auf der anodischen aber der 21st-, 42st-, 8t- und 29st obere. An der Schlingenbildung, welche hier gewöhnlich erst nach ungefähr 8 bis 10 Internodien einzutreten pflegte, betheiligten sich bloss der 34st-, 21st- und 42stobere Strang, zu welchen drei Bündeln bisweilen auch noch der 55st obere auf der anodischen Seite des 34stoberen Stranges heruntersteigende sich betheiligte.

Im 22strängigen Nebenspross stieg eine Blattspur ungefähr 4 bis 5 Internodien weit vollständig frei herab, bog über dem 13tunteren eben austretenden Strang kathodisch hinüber, legte sich etwa im 16tunteren Internodium in anodischer Richtung an den nämlichen Strang an und wurde mit demselben ungefähr im 22stunteren Internodium vereintläufig (vgl. Taf. V. Fig. 1). — Im 27strängigen Hauptspross stieg eine Blattspur ungefähr 5 bis 6 Internodien weit vollständig frei herab, bog über dem 13tunteren Strang in kathodischer Richtung aus, legte sich in anodischer Richtung etwa im 19tunteren Internodium an den nämlichen Strang an und verschmolz mit demselben ungefähr im 27stunteren Internodium. Die Richtung, in welcher sich hier die herabsteigende Blattspur an ihren Vereinigungsstrang anlegt, stimmt also vollständig mit den am Nebenspross gefundenen Verhältnissen; der ganze Unterschied beruht lediglich in der grösseren Anzahl von Internodien, durch welche die herabsteigende Blattspur verfolgt werden konnte. — Im 47strängigen Hauptspross endlich stieg eine Blattspur 6 bis 8 Internodien weit vollständig frei herab, bog zuletzt anodisch über der 21stunteren eben austretenden Blattspur herüber, legte sich in kathodischer Richtung ungefähr im 26stunteren Internodium an die nämliche Blattspur an und wurde mit ihr etwa im 47stunteren Internodium vereintläufig (vergl. Taf. V. Fig. 6).

Bei der Gattung Picea sind die Blätter in einer rechts- oder linksläufigen Spirale angeordnet. Die Spirale des Hauptsprosses ist derjenigen der zugehörigen Nebensprosse antidrom. Die Stellung ist

meist $^{8}/_{21}$ und $^{13}/_{34}$ oder auch noch höher, seltner geht sie bis $^{5}/_{13}$ herunter, wie z. B. an schwächeren Zweigen der Rothtanne.

Die Anzahl der auf einem Querschnitt sichtbaren Blattspuren ist sehr verschieden. Die Nebensprosse zeigen meist weniger Bündel, als die Hauptsprosse. Die geringste Anzahl zeigten die von mir untersuchten Triebe der Rothtanne (14 bis 18). Die mittlere Anzahl bewegte sich zwischen 22 bis 32 Fibrovasalsträngen, so bei schwächeren Sprossen von P. Khutrow (22 bis 27), bei P. Menziesii (25 bis 28), bei P. excelsa (28 bis 32; nach Cramer und Stebler) und bei Picea alba (28 bis 32). Die absolut grösste Anzahl (bis 47) zeigten die starken Hauptsprosse von P. Khutrow.

Die Reihenfolge der Stränge richtet sich ganz nach dem von Lestiboudois[1]) gegebenen Schematen, doch müsste diese Reihe wegen der z. B. bei P. Khutrow auftretenden grösseren Gefässbündelzahl noch weiter fortgesetzt werden. In Hinsicht auf gegenseitige Stellung und Verlauf der Bündel herrscht unter den einzelnen Arten von Picea und mit den Gattungen Abies und Tsuga vollkommene Analogie. In kathodischer Richtung legte sich, wie dort, die herabsteigende Blattspur an den 8t unteren Strang an bei P. Menziesii und P. excelsa, in anodischer Richtung an den 13t unteren bei P. excelsa (nach Cramer und Stebler), P. Menziesii und P. Khutrow, wiederum in kathodischer endlich an den 21st unteren Strang bei P. alba und P. Khutrow.

Larix Link.

L. Europaea DC. (Pinus Larix L.)[2]). Die Blätter des gemeinen Lärchenbaums sind in einer rechts- oder linksläufigen Spirale angeordnet. Die Stellung ist $^{5}/_{13}$, $^{8}/_{21}$ oder auch noch höher.

Ein Querschnitt liess bei den von mir untersuchten Sprossen 17 bis 21 Fibrovasalstränge unterscheiden, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale in der gewöhnlichen Reihenfolge angeordnet waren. Auf den Ausgangsstrang 0 folgten in anodischer Richtung Strangpaar 8 u. 16, Blattspur 3, das isolirte Bündel 11, Strangpaar 6 u. 14 (auf der kathodischen Seite von 6 häufig noch Strang 19), Blattspur 1, darauf die Bündelgruppe 9, 17, 4 u. 12, Strangpaar 7 und 15, Blattspur 2, der isolirte Strang 10, und endlich zwischen

1) Lestiboudois a. a. O. p. 82 u. 83.

2) Endlicher a. a. O. p. 133. — Carrière a. a. O. p. 276. — Courtin a. a. O. p. 65.

10 und 0 das Strangpaar 5 u. 13 (auf der kathodischen Seite von 5 häufig noch Bündel 18). Vergl. Taf. VI. Fig. 8.

Sobald 0 ausgetreten ist, wird Blattspur 4 isolirt, indem Strang 12 anodisch nach dem Strangpaar 7 u. 15 hinübertritt, um mit demselben nach Verlauf einiger Internodien über der ausgetretenen Blattspur eine Bündelgruppe zu bilden, das Strangpaar 9 u. 17 aber in kathodischer Richtung sich nach 1 zu herüberbewegt. Als Ersatz für das ausgetretene Bündel 0 tritt auf der kathodischen Seite von 5 der Strang 18 herab (bezüglich auf der kathodischen Seite von 6 Strang 19), um bald mit Bündel 10 und dem Strangpaare 5 u. 13 die viergliedrige Bündelgruppe 10, 18, 5 u. 13 (bezüglich 11, 19, 6 und 14) zu bilden. Entsprechende Veränderungen finden nach Austritt der Blattspuren 1, 2, 3 u. s. w. statt.

Auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur liegen auch im Schema für den Längsverlauf der Stränge das 5t- und 13t-obere Bündel, auf der anodischen das 8t- und 16t obere. An der Schlingenbildung, welche erst einige Internodien später eintritt, betheiligen sich jedoch bloss das 13t obere und das bald nach Austritt der Blattspur auf der kathodischen Seite des 8t oberen Stranges heruntersteigende 21st obere Bündel.

Jede Blattspur lässt sich hier ungefähr 3 Internodien hindurch als vollständig frei herabsteigend verfolgen; sie **biegt zuletzt kathodisch über der 13t unteren Blattspur aus, um sich in anodischer Richtung etwa im 18t unteren Internodium an die nämliche Blattspur anzulegen.** Ungefähr noch 2 oder etwas mehr Internodien tiefer tritt dann die Verschmelzung ein (vgl. des Schema für Tsuga Canadensis Taf. V. Fig. 1).

Zu ganz analogen Resultaten führten auch die Beobachtungen von Stebler[1]). Die Blattstellung war hier an den untersuchten (wohl etwas schwächeren) Sprossen $^5/_{13}$; die Anzahl der auf dem Querschnitte sichtbaren Fibrovasalstränge durchschnittlich 12 bis 14. Während bei den von mir untersuchten Trieben jede herabsteigende Blattspur mit je dem 13t unteren Strang vereintläufig wurde, **bog hier die herabsteigende Blattspur zuletzt in anodischer Richtung über der 8t unteren Blattspur aus und legte sich an die nämliche Blattspur in kathodischer Richtung an,** um ungefähr im 13t- oder 14t unteren Internodium mit derselben zu verschmelzen (vergl. das Schema für Cryptomeria Japonica Taf. IV. Fig. 10).

1) **Stebler**, nach Untersuchungen vom Jahre 1866.

Larix Europaea DC. ist auch von Hanstein [1]) untersucht worden. Nach Duchartre [2]) finden sich an den Keimpflänzchen des gemeinen Lärchenbaums 8 Cotyledonen (Cotyledonarlappen); nach Untersuchungen von Cramer [3]) aber bewegt sich diese Zahl zwischen 5 bis 7 Cotyledonen, wie folgende Tabelle noch deutlicher zeigen mag:

	Zahl d. Cotyl.: 5	6	7
a. Von 9 Keimpflänzchen [4]) zeigten	5	3	1
b. „ 3 „ [5]) „	2	1	.
c. „ 2 „ [6]) „	1	1	.
d. 1 „ [7]) zeigte		1	.
Von 15 Keimpflänzchen zeigten	8	6	1
in Procenten ausgedrückt	53,3 %	40 %	6,7 %

Während also bei letzteren Untersuchungen sich keine einzige Keimpflanze mit 8 Cotyledonen fand, traten dagegen die Pflänzchen mit einer geringen Anzahl von Cotyledonen (5 bis 6) vorwaltend auf. — Die Stengelchen der Keimpflänzchen waren grün, die Cotyledonen gelblich-grün; die Keimpflänzchen selbst waren sehr zart.

Nach Untersuchungen von Uhl [8]) zeigte ein einjähriges Keimpflänzchen 15 bis 2 Millim. unterhalb des Knotens nur 2 Gefässbündel; dann erst dann traten 6 Stränge auf, welche in 2 Gruppen getrennt waren; die eine Gruppe zeigte 2, die andere aber 4 Gefässbündel. Wahrscheinlich hatte sich jedes der ursprünglichen Bündel in 2 Stränge gespalten und diese Spaltung hatte sich bei den 2 einer Gruppe angehörenden Strängen noch einmal wiederholt, während sie bei den Strängen der anderen Gruppe unterblieben war. Die Bündel für die Primordialblätter fehlten hier noch. — Ein Schnitt wenig oberhalb des Cotyledonarknotens zeigte die freien Cotyledonen mit je einem Fibrovasalstrang und 2 je zweigliedrige Quirle von Laubblättern in decussirter Stellung, aber ohne deutlich erkennbare Ge-

---

1) Hanstein in Pringsheim's Jahrb. Bd. I. p. 260. — Ann. d. Sc. Nat. IV. Sér. Tome 8. p. 22.

2) Duchartre a. a. O. Pl. X. Fig. 79 u. 80.

3) Cramer, nach Unters. vom 11., 18., 21. u. 23. Juni 1861.

4) Cramer, nach Unters. vom 11. Juni. Pflänzchen im Hause erzogen.

5) Cramer, nach Unters. vom 18. Juni. Pflänzchen aus dem botan. Garten

6) Cramer, nach Unters. vom 21. Juni. Pflänzchen im Hause erzogen.

7) Cramer, nach Unters. vom 23. Juni. Pflänzchen im Hause erzogen.

8) Uhl, nach Unters. vom 23. Juni 1863.

fässbündel; in dem äusseren unteren Paare lassen sich jedoch Cambiumbündel wahrnehmen.

Cedrus Link.

C. Deodara Loud. (Pinus Deodara Roxb.)[1]). Die langen, weisslich-grünlichen, stechenden Blätter der Deodarceder sind in einer rechts- oder linksläufigen Spirale angeordnet. Die Stellung ist vorherrschend $^5/_{13}$.

Ein Querschnitt liess hier etwa 20 bis 23 Fibrovasalstränge unterscheiden, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale in der gewöhnlichen Reihenfolge standen (vergl. Taf. VI. Fig. 7). Auf den Ausgangsstrang 0 folgten in der aufsteigenden Spirale die Stranggruppe 21, 8 u. 16 (auf Taf. VI. Fig. 7 fehlt 21 noch), Blattspur 3, das allein stehende Bündel 11, die Bündelgruppe 19, 6 u. 14, Blattspur 1, das Strangpaar 9 u. 17, Blattspur 4, das alleinstehende Bündel 12, die Stranggruppe 20, 7 u. 15 (auf Taf. VI. Fig. 7 fehlt 20 noch), Blattspur 2 und endlich zwischen 2 und 0 die viergliedrige Bündelgruppe 10, 18, 5 u. 13, aus welcher häufig 5 schon etwas herausgetreten ist.

Nach Abgang der Blattspur 0 wird auf dem Querschnitt mit 22 Fibrovasalsträngen Bündel 5 (vollständig) isolirt, indem das Strangpaar 10 u. 18 kathodisch, der Strang 13 aber anodisch von 5 sich hinwegbewegt; Ersatz für die ausgetretene Blattspur leistet das auf der kathodischen Seite von 9 heruntersteigende Bündel 22.

Auf der kathodischen Seite eines in das Blatt austretenden Fibrovasalstranges liegen im Schema für den Längsverlauf der Stränge das 5^{t}- und 13^{t}obere Bündel, auf der anodischen das 21st-, 8^{t}- und 16^{t}obere. An der eigentlichen Schlingenbildung betheiligen sich bloss das 13^{t}- und 21stobere Bündel. Letzteres ist bisweilen bei Austritt der Blattspur 0 noch nicht sichtbar, erscheint aber dann wenigstens unmittelbar darauf.

Jede Blattspur steigt 4 oder 5 Internodien weit vollkommen frei herunter, biegt zuletzt in kathodischer Richtung über dem 13^{t}unteren Strang aus, legt sich darauf anodisch ungefähr im 19^{t}unteren Internodium an den nämlichen Strang an und wird mit demselben etwa im 20st-, 21st- oder 22stunteren Internodium vereintläufig. — In eine Achselknospe treten je 2 Gefässbündel aus. Sie stehen je mit einem der seitlich von der austreten-

1) Endlicher a. a. O. p. 135. — Carrière a. a. O. p. 281. — Courtin a. a. O. p. 67.

in Blattspur befindlichen Stränge in Verbindung und treten unmittelbar nach der Blattspur aus dem Gefässbündelkranze heraus.

Auch Hanstein [1]) hat die Deodarceder untersucht.

C. Libani Barrel. (Pinus Cedrus L.) [2]). Die Ceder von Libanon trug ihre spitzen, an dem untersuchten Spross büschelig gehäuften Blätter in einer links- oder rechtsläufigen Spirale. Die Stellung ist $^{5}/_{13}$ Stellung oder höher.

Die Zahl der auf einem Querschnitt unterscheidbaren Fibrovasalstränge war sehr schwankend. So zeigte ein Querschnitt durch einen (rechtsdrehenden) Nebenspross 13 Gefässbündel, ein solcher durch einen (ebenfalls rechtsdrehenden) Hauptspross deren aber 21 und mehr. In beiden Fällen waren die Blattspuren in der schon mehrfach erwähnten Reihenfolge angeordnet. Im 21strängigen Hauptspross (vgl. Taf. VI. Fig. 6; die Stränge sind hier, da der abgebildete Querschnitt nicht weit unterhalb der Terminalknospe entnommen ist, schon ziemlich stark von einander getrennt, die Bündelgruppe demgemäss nicht mehr so zusammenhängend, wie es eine Strecke tiefer noch der Fall war), bei welchem dem Ausgangsstrange 0 das Bündel 4 diametral gegenüber stand, folgten auf 0 in der Richtung der aufsteigenden Spirale 8 und 16, Blattspur 3, Bündelgruppe 11, 19, 6 u. 14, Blattspur 1, Strangpaar 9 u. 17, Blattspur 4, Bündelgruppe 12, 20, 7 u. 15, Blattspur 2, Strangpaar 10 u. 18, Blattspur 5 und endlich der isolirte Strang 13.

Nachdem Strang 0 in sein Blatt ausgetreten war, wurde Blattspur 6 isolirt, indem sich das Strangpaar 11 u. 19 kathodisch, der jetzt einzelnstehende Strang 14 aber sich in anodischer Richtung von 6 hinwegbewegten. Ersatz für das ausgetretene Bündel 0 lieferte der jetzt auf der anodischen Seite von 13 sichtbar werdende Strang 21, welcher sich derart zwischen dem Bündel 13 und dem Strangpaare 8 und 16 hineinschob, dass er mit diesen eine viergliedrige Bündelgruppe 13, 21, 8 u. 16 bildete. Entsprechende Veränderungen finden auch nach Abgang von 1, 2, 3 u. s. w. auf den Querschnitten statt.

Auf der kathodischen Seite des austretenden Gefässbündels liegt im Schema für den Längsverlauf der Stränge beim 21strängigen Spross der 5t- und 13tobere, bisweilen auch schon der auf der kathodischen Seite des 13toberen Stranges heruntersteigende 21stobere,

1) Hanstein in Pringsheim's Jahrb. Bd I. p. 260. — Ann. d. Sc. Nat. IV. Sér. Tom. 8. p. 22.

2) Endlicher a. a. O. p. 136. — Carrière a. a. O. p. 283. — Courtin a. a. O. p. 68.

auf der anodischen dagegen der 8^t- und 16^t obere. Dabei betheiligen sich an der eigentlichen Schlingenbildung bloss der 13^t-, 21st-, 8^t- und 16^t obere Strang.

Jede Blattspur steigt ungefähr 5 bis 6 Internodien weit vollständig frei im 21strängigen Spross herunter, biegt anodisch über der 8^t unteren eben austretenden Blattspur und dann, da sich die herabsteigende Blattspur erst etwas später als gewöhnlich an ihren Vereinigungsstrang anlegt, wiederum kathodisch über der 13^t unteren Blattspur herüber, und legt sich in der nämlichen Richtung ungefähr im 14^t unteren Internodium an die 8^t untere Blattspur an, um mit derselben etwa noch 7 Internodien tiefer vereintläufig zu werden.

Lestiboudois[1]) beobachtete bei C. Libani 11 in einem Quirl stehende Cotyledonen und ebensoviele Fibrovasalstränge, welche letztere jedoch auf weiter unten geführten Querschnitten zu 4 breitgezogenen, regelmässig angeordneten Fibrovasalmassen zusammengeschmolzen waren. Da, wo 11 Cotyledonarblattspuren sichtbar waren, liessen sich mit wenig Ausnahmen auch bereits die für die nächstfolgenden Laubblätter bestimmten Fibrovasalstränge erkennen. Je einer von ihnen lag zwischen 2 benachbarten Cotyledonarblattspuren in der Mitte. — Duchartre[2]) bildet die Basis eines Cotyledonarlappens, in der Seitenansicht, ab.

Bei Cedrus ist, wie bei den anderen Abietineen, die Richtung der Blattspirale wechselnd. Dagegen ist die Blattstellung bei Cedrus und Larix weniger hoch als bei Abies und Picea. — Die Anzahl der auf einem Querschnitte sichtbaren Blattspuren ist veränderlich. Die absolut geringste Fibrovasalstranganzahl zeigt Larix Europaea (12 bis 14; nach Stebler); an etwas stärkeren Sprossen stimmt dasselbe jedoch so ziemlich mit der Gattung Cedrus überein. Es zeigt an letzteren 17 bis 21 Stränge; ähnlich besitzt Cedrus Libani 13 bis 21, C. Deodara 20 bis 23.

Die Reihenfolge der Stränge ist in der Richtung der aufsteigenten Spirale auch hier die schon mehrfach erwähnte. Im übrigen Verhalten von Cedrus und Larix herrscht ebenfalls vollkommene Analogie mit den früher besprochenen Abietineen. Bei Cedrus Libani und stärkeren Sprossen von Larix Europaea (nach Stebler) legt sich die herabsteigende Blattspur in kathodischer Richtung

1) Lestiboudois, Ann. d. Sc. Nat. III. Sér. Tome 10. p 29. Pl. II. Fig. 24 u. 25.

2) Duchartre, Ann. d. Sc. Nat. III. Sér. Tome 10. Pl. X. Fig. 81.

an je das 8tuntere Bündel an, bei Cedrus Deodara dagegen, sowie auch bei stärkeren Sprossen von Larix Europaea erfolgt dieses Anlegen in anodischer Richtung an je die 13tuntere Blattspur.

§. 2. Abietineae. Sectio B.

Pinus L.

1. Unterabtheilung. Cembra Spach.

P. Cembra L.[1]). An den Axen der Langtriebe der Zirbelnusskiefer sind eine Anzahl Schuppenblätter in spiraliger Stellung vertheilt, von welchen die untersten steril sind, die oberen aber jeder einen sehr wenig entwickelten Kurztrieb trägt; die alleroberstén endlich können in ihrer Achsel Langtriebe erzeugen. Die Richtung dieser Schuppenblattspirale ist wechselnd. Diese Schuppenblätter sind an den Langtriebaxen in $^5/_{13}$ oder $^8/_{21}$ oder auch in einer noch höheren Stellung gestellt. Die meisten tragen (mit Ausnahme der untersten und allerobersten, wie schon erwähnt wurde) in ihren Achseln einen wenig entwickelten Kurztrieb, welcher an seiner Spitze mit einem 5gliedrigen, aus langen, weisslich-grünen, auf dem Querschnitt dreieckigen Nadelblättern gekrönt ist. An seiner Basis ist jeder Kurztrieb von meist 9 in einer Spirale angeordneten Schuppenblättern umgeben, von welchen das unterste das kleinste und derbste, das oberste aber das grösste und zarteste ist. Die Spirale dieser an dem Kurztrieb stehenden Schuppenblätter ist der Spirale, welche die Kurztriebe selbst (und mit ihnen diejenigen Schuppenblätter der Langtriebaxe, in deren Achseln sie erzeugt werden) bilden, constant antidrom.

Ein Querschnitt durch einen Seitenspross lässt im Mittel 20 bis 22 Fibrovasalstränge erkennen. Unmittelbar unterhalb der Terminalknospe des gleichen Triebes treten deren sogar bis 28 auf. Doch sind dann die 6 zunächst in die Blätter ausgehenden Gefässbündel schon so weit von dem eigentlichen Gefässbündelkranze entfernt, dass man ihren früheren Standort zum Theil nur durch Vergleichung mit früheren Schnitten finden konnte. Die Reihenfolge der Fibrovasalstränge ist in der Richtung der aufsteigenden Spirale die gewöhnliche: 0, 8, 16, 3, 11, 19, 6, 14, 1, 9, 17, 4, 12, 20, 7, 15, 2, 10, 18, 5, 13, 0: eine Reihenfolge, welche jedoch bisweilen von den früher hierfür aufgestellten Schemata dadurch abweicht, dass der auf der anodischen Seite von 13 herabsteigende Strang 21 (vgl. hier Taf. IV.

1) Endlicher a. a. O. p. 141. — Carrière a. a. O. p. 295. — Courtin a. a. O. p. 69.

Fig. 10; man denke sich hier 21 noch einige Internodien weiter heruntersteigend und lasse es, indem jede Blattspur mit je dem 8^{t}unteren Strang vereintläufig wird, sich zwischen 13 und 0 hineinschieben; entsprechend kommt dann 22 zwischen 14 und 1, 23 zwischen 15 und 2 u. s. w. zu liegen) sich zwischen 13 und 0 hineinschiebt. Dadurch entsteht die Reihe 5, 13, 21, 0, während dieselbe nach den früheren Schematen 5, 13, 0, 21 hätte heissen sollen. Dies hat jedoch hierin seinen Grund, dass jede herabsteigende Blattspur an dem von mir untersuchten Sprosse von P. Cembra mit dem 8^{t}unteren Strange und zwar in kathodischer Richtung, d. h. auf dessen anodischer Seite, vereintläufig wird, während bei den bis jetzt besprochenen Arten, welche die gleiche Bündelzahl auf dem Querschnitt aufzuweisen haben, die herabsteigende Blattspur erst mit dem 13^{t}unteren Strang und zwar in anodischer Richtung, d. h. auf dessen kathodischer Seite, verschmilzt. Kann man daher im ersteren Falle die herabsteigende Blattspur 21 bis zum 22^{st}unteren Internodium oder darüber hinaus verfolgen, so muss sich dieselbe zwischen 13 und 0 hineinschieben, während im anderen Falle 0 zwischen 13 und 21 zu liegen kommt. Die scheinbare Unregelmässigkeit in der Strangfolge verwandelt sich demnach bei näherer Betrachtung in eine vollkommene Bestätigung der schon früher gefundenen Gesetze.

Dem Ausgangsstrang 0, welchem auch hier Blattspur 4 diametral gegenüberliegt, folgt in anodischer Richtung Strangpaar 8 u. 16, Blattspur 3, die zwei Strangpaare 11 u. 19, 6 u. 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 9, 17, 4, 12 u. 20, Strangpaar 7 u. 15, Blattspur 2 und endlich zwischen 2 und 0 die Bündelgruppe 10, 18, 5 und 13 (wozu bisweilen noch 21 tritt).

Sobald nun 0 ausgetreten ist, wird auf dem Querschnitt Blattspur 4 isolirt, indem sich Strangpaar 9 u. 17 in kathodischer Richtung, Strangpaar 12 u. 20 aber in anodischer Richtung von 4 hinwegbewegt. Die zwei Strangpaare 11 u. 19, 6 u. 14 rücken convergirend nach einander hin und bilden so eine viergliedrige Bündelgruppe. Als Ersatz für 0 endlich wird Strang 21 auf der anodischen Seite von 13 (oder 22 neben 14) sichtbar.

Auf der kathodischen Seite von 0 liegen das 13^{t}- und 5^{t}obere Bündel, denen sich häufig noch der 0 zunächst befindliche 21^{st}obere Strang zugesellt, auf der anodischen Seite das 16^{t}- und 8^{t}obere Bündel. An der eigentlichen Schlingenbildung betheiligen sich jedoch bloss der 13^{t}- und 21^{st}obere Strang auf der einen, der 8^{t}- und 16^{t}-obere auf der anderen Seite.

Jede Blattspur steigt ungefähr 3 bis 4 Internodien weit vollständig frei herab, **biegt zuletzt anodisch über der 8ᵗ unteren Blattspur herüber, legt sich etwa im 12ᵗ unteren Internodium in kathodischer Richtung an die nämliche Blattspur an** und wird mit derselben ungefähr im 21ˢᵗ- oder 22ˢᵗ-unteren Internodium vereintläufig (vergl. Taf. VII. Fig. 1).

Mit dem in das Blatt abgehenden Fibrovasalstrang treten zugleich und zwar unmittelbar nach demselben zwei schwächere für den Kurztrieb bestimmte Gefässbündel aus. Sie stehen mit den zwei dem abgehenden Strange auf der kathodischen und anodischen Seite zunächst liegenden Bündeln, also dem 13ᵗ- (oder 21ˢᵗ-) oberen und dem 8ᵗ oberen in Verbindung und treten frühzeitig zu einem Gefässbündelkranze zusammen (vergl. die auf Taf. VII für andere Pinus-Arten gegebenen Zeichnungen). Aus diesem Kranze gehen die successiv in die am Kurztrieb befindlichen Schuppenblätter eintretenden Bündel ab; jedes Schuppenblatt erhält je einen Fibrovasalstrang. Ein Querschnitt durch die Basis eines Kurztriebes zeigt mehr oder weniger deutlich einen Gefässbündelkranz mit 5 stark vorspringenden Ecken. Jede Ecke entspricht einem der in die 5 Nadelblätter ausgehenden Fibrovasalstränge. Ein Querschnitt durch die Basis eines solchen 5-gliedrigen Blätterbüschels selbst, da, wo er noch durch die umhüllenden Schuppenblätter zusammengehalten wird, lässt gewöhnlich die 5 Stränge (und ihre zugehörigen Blätter) in der Lage erkennen, dass je 3 dieser Stränge in einer mehr oder weniger geraden Linie liegen, die 2 anderen aber diesen 3 ersten derart gegenüberstehen, dass sie dem zwischen je 2 der erwähnten 3 Stränge befindlichen Zwischenraum gegenüber zu liegen kommen.

Die Zahl der Cotyledonen bewegt sich nach Cramer [1]) zwischen 8 und 12, wie nachstehende Tabelle noch näher ausführen mag:

	Zahl d. Cotyl.: 8	9	10	11	12
a. Von 7 Keimpflanzen [2]) zeigten	2	1	4	-	-
b. " 25 " [3]) "	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
c. " 4 " [4]) "	-	-	[illegible]	[illegible]	[illegible]
a + b + c. Von 36 Keimpfl. zeigten	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
in Procenten ausgedrückt	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

1) Cramer [illegible]

2) Cramer [illegible]

3) Cramer [illegible] Pflänzchen [illegible]

4) Cramer [illegible] Pflänzchen [illegible]

Der Zahl der Primordialblätter bei den 4 unter c aufgeführten Keimpflänzchen mag nachstehende Tabelle angeben:

Pflänzchen	Zahl der Cotyledonen	Zahl der Primordialblätter	
Nr. 1	10	8	Die Divergenz der in einer Spirale angeordneten Primordialblätter betrug $^{2}/_{5}$. Auf sie folgten die Knospendeckschuppen.
„ 2	11	7	
„ 3	11	11	
„ 4	12	4	

Die Wurzel ist (nach 7 darauf untersuchten Exemplaren)[1]) einfach und mit Wurzelfilz bedeckt. Das Stengelchen ist an der Basis weisslich, nach oben hin gelblich grün, unter den Cotyledonarknoten grün gefärbt. Von den Cotyledonen aus laufen über das Stengelchen eine Strecke weit Längsstreifen, welche einer schwach angedeuteten Spiralrichtung folgen. Die Cotyledonen sind scharf stachelspitzig, 3kantig, die innere Kante ist von kleinen Sägezähnen rauh. Der Kreis der Primordialblätter ist im Vergleich zu demjenigen der Cotyledonarblätter etwa doppelt kleiner.

Eine Keimpflanze mit 10 Cotyledonen zeigte 35 Millim. unterhalb des Cotyledonarknotens 4 Gefässbündel und damit alternirend 4 Bastbündel; vor den Gefässbündeln standen 4 Harzgänge. Ungefähr 25 Millim. unterhalb des Knotens traten ausserhalb der 4 Bastbündel ebensoviele Lufthöhlen auf, welche durch Zerreissen des Gewebes entstanden waren. C. 3 Millim. unterhalb des Knotens verschwanden die 4 vor den Gefässbündeln befindlichen Harzgänge. Im Knoten selbst flossen die 4 Gefässbündel mehr oder weniger zusammen. Zwei von ihnen differenzirten sich in je 2, die 2 anderen in je 3 Gefässbündel. Jeder der 10 Cotyledonen erhielt von ihnen je einen Strang. Nach Austritt der Cotyledonarblattspuren schienen in der Axe des Keimpflänzchen zunächst nur 5 Gefässbündel aufzutreten.

Eine Keimpflanze mit 8 Cotyledonen und 5 spiralig gestellten Primordialblättern verhielt sich bis 6 Millim. unterhalb des Cotyledonarknotens ganz wie die eben erwähnten. Die Harzgänge verschwanden hier, die Luftlücken aber setzten sich bis zum Knoten fort. Unmittelbar unterhalb des Knotens schmolzen die Gefässbündel zusammen, die Bastbündel aber und die vor ihnen befindlichen Luftlücken blieben getrennt an ihrer alten Stelle. Jedes Gefässbündel spaltete sich nun in zwei; zwischen jedem dieser Gefässbündelpaare trat ein anderes für die Primordialblätter bestimmtes Bündel auf. Während nun

1) Dies und das Folgende nach Untersuchungen vom 16. Mai.

die Zahl der Cotyledonarstränge unverändert blieb, spaltete sich noch eines der 4 innen liegenden Bündel in zwei. Die so entstandenen 5 innen liegenden Stränge gingen nun je einer in die 5 spiralig gestellten Primordialbündel ab.

2. Unterabtheilung. Strobus Spach.

P. excelsa Wall.[1]). An den Langtriebaxen der Nepalkiefer finden sich eine Anzahl Schuppenblätter in einer Spirale angeordnet. Die untersten dieser Blätter sind steril, die anderen hingegen tragen (mit Ausnahme der alleroberstên, welche wiederum Langtriebe in ihren Achseln erzeugen können) in ihren Achseln sehr wenig entwickelte Kurztriebe. Die Richtung, in welcher die Spirale dieser Schuppenblätter (und mit ihr die der Kurztriebe selbst) verläuft, ist eine wechselnde. Die Kurztriebe stehen an den Langtrieben in $^8/_{21}$ oder in einer noch höheren Stellung vertheilt; sie tragen an ihrer Spitze einen 5gliedrigen, aus langen, auf 2 Seiten weisslichen, auf der 3ten Seite grünen, auf dem Querschnitte dreieckigen, an den Rändern gezähnten Blättern zusammengesetzten Nadelbüschel; an ihrer Axe sind sie von meist 9 spiralig angeordneten Schuppenblättern umgeben, deren unterstes das kleinste und derbste, deren oberstes Blatt das grösste und zarteste ist. Die Spirale dieser an den Kurztrieben befindlichen Schuppenblätter ist der Spirale, welche die Kurztriebe selbst bilden, constant antidrom.

Ein Querschnitt durch einen Hauptspross zeigt hier 18 bis 22 Fibrovasalstränge, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale die bekannte Reihenfolge erkennen lassen. Dem Ausgangsstrang 0 steht ungefähr Bündel 9 diametral gegenüber. Auf 0 folgt in anodischer Richtung das Strangpaar 8 u. 16, Blattspur 3 (hier sind auch die 2 in den Kurztrieb austretenden Stränge meist deutlich sichtbar), die Bündelgruppe 11, 19 u. 6, das isolirte Bündel 14, Blattspur 1, Strangpaar 9 u. 17, Blattspur 4, Strangpaar 12 u. 7, das isolirte Bündel 15, Blattspur 2, Strangpaar 10 u. 18 und endlich die 2 allein stehenden Bündel 5 u. 13.

Sobald 0 ausgetreten ist, rückt auf solch einem Querschnitt Blattspur 8 in kathodischer Richtung nach 13 hin und isolirt hierdurch Bündel 16; ebenso wird auch Blattspur 6 frei, indem es sich in anodischer Richtung vom Strangpaare 11 u. 19 entfernt. Für das abgegangene Bündel 0 tritt endlich der auf der anodischen Seite von

1) Endlicher a. a. O. p. 145. — Carrière a. a. O. p. 300. — Courtin a. a. O. p. 70.

12 erscheinende Strang 20 ein, welcher sich so zwischen 12 und 7 hineinschiebt, dass er mit diesen drei Strängen eine dreigliedrige Gefässbündelgruppe bildet.

Auf der kathodischen Seite von 0 findet sich im Schema für den Längsverlauf der Stränge der 13'obere Strang, auf der anodischen aber der 8'- und 16'obere. An der Schlingenbildung, welche hier schon nach 1 bis 2 Internodien eintritt, nehmen ausser dem 13'- und 8'oberen Strange auch noch der auf der anodischen Seite des 13'-oberen Stranges heruntersteigende 21"obere Theil. Die 16'obere Blattspur bleibt dabei unbetheiligt.

Jede Blattspur steigt etwa 4 bis 6 Internodien weit vollständig frei herab, biegt in anodischer Richtung über dem 8'unteren, dann in kathodischer Richtung über dem 13'-unteren Strang aus, legt sich ungefähr im 16'unteren Internodium an ihren Vereinigungsstrang, den 8'unteren, in kathodischer Richtung an und wird mit demselben durchschnittlich im 20"unteren Internodium vereintläufig.

Sofort nach Abgang der einsträngigen Blattspur treten noch 2 andere für die Kurztriebe bestimmte Gefässbündel aus. Diese stehen mit den 2 dem abgehenden Strange auf der kathodischen und anodischen Seite benachbarten Gefässbündeln, also dem 13'- und 8'oberen, in Verbindung und schliessen sich sehr bald zu einem Gefässbündelkranze zusammen. Aus diesem Kranze treten die successiv in die am Kurztrieb befindlichen Schuppenblätter abgehenden Stränge aus; jedes Schuppenblatt erhält je einen Strang.

Ein Querschnitt, welcher ein wenig unterhalb der Terminalknospe eines Kurztriebes geführt wird (an der Basis sind die Stränge meist vollständig mit einander verschmolzen, so, dass die einzelnen Bündel nicht mit Sicherheit von einander unterschieden werden können), lässt 14 bis 20 Fibrovasalstränge erkennen (vergl. Taf. VII. Fig. 6). In der Richtung der aufsteigenden Spirale liegen die nach einander austretenden Blattspuren in der Reihe: 0, 8, 3, 6, 1, 4, 7, 2, 5, 0. (Da die Anzahl der Schuppenblätter eine begrenzte, 9, ist, so stellt sich diese Reihe auf den Figuren als 1, 9, 4 u. s. w. dar.) Neben ihnen finden sich aber noch die für die Nadelblätter bestimmten Fibrovasalstränge. Auf Blattspur 1 folgt gewöhnlich in anodischer Richtung zuerst eine dreigliedrige Bündelgruppe (vergl. hier Taf. VII. Fig. 5), indem ein für ein Nadelblatt bestimmter Strang und die Blattspuren 9 und 4 sich unter einander berühren, dann ein Strangpaar (eine Nadelblattspur und Schuppenblattspur 7), Schuppenblattspur 2, dar-

auf eine zwei- bis dreigliedrige Bündelgruppe (auf der kathodischen Seite zwei für ein Nadelblatt bestimmte, bisweilen schon verschmolzene Stränge, auf der anodischen Schuppenblattspur 5), nun ein Strangpaar (eine Nadelblattspur und Schuppenblattspur 8), Schuppenblattspur 3, und endlich eine zwei- bis dreigliedrige Bündelgruppe, deren anodische Seite Schuppenblattspur 6 einnimmt. Die für die Nadelblätter bestimmten Fibrovasalstränge liegen also in der Regel auf der kathodischen Seite der ihnen zunächst befindlichen Schuppenblattspuren. Sie scheinen sich jeder in 2 Stränge zu spalten, welche jedoch noch vor ihrem Eintritt in das Blatt wieder mit einander verschmelzen, so dass an dieser Stelle die Blattspuren eines Nadelblattes wieder einsträngig erscheinen (vergl. Taf. VII. Fig. 5, 6 u. 7). Die für ein Nadelblatt bestimmten, später wieder mit einander verschmelzenden, Fibrovasalstränge liegen dabei meist unmittelbar neben einander; doch kommt es auch vor, dass 2 derselben durch eine in ein Schuppenblatt ausgehende Blattspur eine Strecke weit getrennt erscheinen und erst nach Abgang dieser Blattspur an einander treten können (vergl. Taf. VII. Fig. 6 x x auf beiden Seiten der Schuppenblattspur 9). Nach Austritt aller für die Schuppenblätter bestimmten Stränge zeigt ein Querschnitt durch den Kurztrieb nur noch 5 derbe durch Vereinigung von je 2 dünneren Strängen entstandene, für die Nadelblätter bestimmte Bündel, welche etwa die Ecken eines regelmässigen Fünfecks einnehmen (Taf. VII. Fig. 7 x x. — vergl. hiermit Taf. VII. Fig. 6 x x). —

Die herabsteigenden Schuppenblattspuren sind ungefähr 3 bis 4 Internodien vollständig frei, laufen eine Strecke weit neben den auf ihrer kathodischen Seite liegenden, für ein Nadelblatt bestimmten Strängen her und legen sich etwa im 8'unteren Internodium in anodischer Richtung an die 5'untere Schuppenblattspur an, um darauf mit derselben vereintläufig zu werden (vergl. Taf. VII. Fig. 5).

Ein Keimpfänzchen der Nepalkiefer hat nach Lestiboudois[1]) meist 10, seltner 12 Cotyledonen. Jeder derselben erhält je einen Fibrovasalstrang aus dem Stengelchen. Diese Stränge verschmelzen aber nach unten hin sehr frühzeitig zu je 2 oder 3 mit einander, so dass ein Querschnitt durch das Stengelchen des Keimpflänzchens wenig unterhalb des Cotyledonarknotens meist nur noch 5 Stränge un-

1) Lestiboudois a. a. O. p. 29. Pl. II. Fig. 27.

terscheiden lässt. Duchartre[1]) hat nur 9 Cotyledonen (Cotyledonarlappen) beobachtet.

P. Strobus L.[2]). Die Schuppenblätter an den Langtrieben der Weymouthskiefer sind in einer rechts- oder linksläufigen Spirale angeordnet. Während die untersten Blätter keine Axillargebilde erzeugen, tritt dagegen in den Achseln der folgenden (mit Ausnahme der obersten, in deren Achseln wieder Langtriebe zu erscheinen pflegen) je ein Kurztrieb auf. Diese kurzen Nadelzweiglein haben eine $^3/_8$, $^5/_{13}$ oder auch $^8/_{21}$ Stellung und tragen an ihrem Ende einen Büschel von 5 langen, weisslich-grünen, auf dem Querschnitt dreieckigen Nadelblättern. An ihrer Basis sind sie von meist 10 Schuppenblättchen eingeschlossen, welche in einer Spirale an der Kurztriebaxe stehen. Diese Spirale ist der Schneckenlinie, welche die Kurztriebe selbst und ihre Deckblätter beschreiben, constant antidrom.

Ein Querschnitt durch einen jungen Spross lässt meist 26 bis 28 Fibrovasalstränge erkennen. Diese folgen in der Richtung der aufsteigenden Spirale in einer Reihe auf einander, welche in Hinsicht auf die mit den höchsten Nummern versehenen Bündel mehrfach von dem früheren Schema abweicht. Sie stehen in folgender Ordnung: 0, 8, 16, 24, 3, 11, 19, 27, 6, 14, 22, 1, 9, 17, 25, 4, 12, 20, 7, 15, 23, 2, 10, 18, 26, 5, 13, 21, 0. Auf den Ausgangsstrang 0, welchem im Gefässbündelkranze Strang 4 diametral gegenüberliegt, folgt die dreigliedrige Bündelgruppe 8, 16 u. 24, Blattspur 3, Bündelgruppe 11, 19 u. 27, Bündelgruppe 6, 14 u. 22, Blattspur 1, Bündelgruppe 9, 17 u. 25, Blattspur 4, Strangpaar 12 u. 20, die Bündelgruppe 7, 15 u. 23, Blattspur 2 und endlich die 2 Bündelgruppen 10, 18 u. 26, 5, 13, u. 21.

Sobald 0 ausgetreten ist, wird auf dem Querschnitt Blattspur 5 isolirt, indem das Strangpaar 13 u. 21 in anodischer Richtung sich nach der Abgangsstelle von 0 hinüberbewegt. Für das abgegangene Bündel 0 tritt dann auf der anodischen Seite von 20 Strang 28 in den Gefässbündelkranz ein, welcher nun mit den Strängen 12 u. 20 die dreigliedrige Bündelgruppe 12, 20 u. 28 bildet.

Auf der kathodischen Seite der ausgetretenen Blattspur findet sich das 13^t- und 21^{st}obere, auf der anodischen dagegen das 8^t-, 16^t- und 24^{st}obere Bündel. An der Schlingenbildung betheiligen sich bloss der 13^t- und 21^{st}obere (nebst dem unterdessen auf der anodi-

1) Duchartre a. a. O. Pl. IX. Fig. 46—49.

2) Endlicher a. a. O. p. 146. — Carrière a. a. O. p. 302. — Courtin a. a. O. p. 71.

schen Seite des 21st oberen Gefässbündels sichtbar werdenden 29st oberen Strange) auf der einen und der 8t obere auf der anderen Seite.

Jede Blattspur steigt ungefähr 4 bis 5 Internodien weit vollständig frei herab, biegt zuletzt über dem 8t unteren Strang in anodischer Richtung ab, legt sich in kathodischer Richtung an den nämlichen Strang etwa im 13t unteren Internodium an und verschmilzt mit demselben ungefähr im 28st unteren Internodium vollständig.

Sogleich nach Abgang einer Blattspur treten auch die zwei für den Kurztrieb bestimmten Fibrovasalstränge aus. Der eine von diesen Strängen steht mit dem auf der kathodischen Seite befindlichen 21st oberen, der andere mit dem auf der anodischen Seite liegenden 8t oberen Strang in Verbindung. Diese 2 Bündel treten sehr frühzeitig zu einem Gefässbündelkranze zusammen. Aus diesem Gefässbündelkranze erhält ein jedes am Kurztrieb befindliche Schuppenblatt ein schwächeres Bündel, jedes der 5 Nadelblätter aber ein derberes. Das Verhalten dieser Bündel ist dem bei P. excelsa angegebenen vollkommen analog.

Nach Lestiboudois [1]) besitzt P. Strobus 9, sehr selten 10 Cotyledonen, von welchen jeder einen Strang aus dem Stengelchen erhält. Von diesen Strängen nun treten normal je 3 nach unten in einen Strang zusammen, so dass ein etwas weiter unterhalb des Cotyledonarknotens geführter Schnitt nur noch drei Fibrovasalstränge erkennen lässt. — Nach Cramer [2]) kommen auch Keimpflänzchen mit 8 Cotyledonen vor und zwar noch häufiger, als solche mit 10. Die folgende Tabelle mag dies beweisen:

	Zahl der Cotyl. 8	9	10
Von 18 Keimpflänzch. zeigten [2])	6	8	4
d. h. in Procenten ausgedrückt	33,3 %	44,5 %	21,2 %

3. Unterabtheilung. Pseudostrobus Spach.

P. Montezumae Lamb. (P. occidentalis Humb. und Bonpl.) [3]). An den Langtrieben der Montezumakiefer stehen die Schuppenblätter in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Stellung ist $^5/_{13}$,

1) Lestiboudois a. a. O. p. 28. Pl. II. Fig. 43.

2) Cramer, nach Untersuchungen vom 6. Juli 1861. Die Pflänzchen stammten vom kleinen Rugen bei Interlaken.

3) Endlicher a. a. O. p. 154. — Carrière a. a. O. p. 317. — Courtin a. a. O. p. 74.

$^{8}/_{21}$ oder noch höher. Die Kurztriebe tragen an ihrer Spitze einen Büschel von 5 langen, auf dem Querschnitt etwas dreieckigen, weisslich-grünen, am Rande fein gezähnten Nadelblättern. Am Grunde des Kurztriebes aber stehen meist 9 in eine Spirale angeordnete Schuppenblätter. Die Schneckenlinie, welche diese Schuppenblätter beschreiben, ist dabei der Spirale der am Langtrieb befindlichen Schuppenblätter constant antidrom.

Ein Querschnitt durch die im Allgemeinen sehr schwachen Sprosse, welche ich untersucht habe, lässt ungefähr 12 bis 20 Fibrovasalstränge unterscheiden (vergl. Taf. VII. Fig. 3). Diese sind in der Richtung der aufsteigenden Spirale in der bekannten Reihenfolge angeordnet. Bei einem Spross, welcher im Durchschnitt 13 Fibrovasalstränge erkennen lässt, folgen auf Bündel 0 die zwei einzeln stehenden Stränge 8 u. 3, darauf Strangpaar 11 u. 6, Blattspur 1, die zwei isolirten Stränge 9 u. 4, nun Strangpaar 12 u. 7, Blattspur 2 und endlich Strangpaar 10 u. 5.

Gleich nachdem 0 ausgetreten ist, trennen sich auch die Bündel 10 u. 5 von einander. Die vorige Stranganzahl aber wird dadurch wiederhergestellt, dass auf der kathodischen Seite von 8 das 13te Bündel sichtbar wird.

Auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur liegt das 5'obere, auf der anodischen Seite das 8'obere. An der Schlingenbildung, welche hier jedoch meist zu unterbleiben scheint, betheiligen sich beide Stränge nebst dem nun am 8'oberen heruntersteigenden 13'oberen Bündel.

Eine Blattspur bleibt an dem erwähnten schwachen Sprosse ungefähr 3 bis 5 Internodien weit vollständig frei, biegt dann kathodisch über der 5'unteren eben abgehenden Blattspur aus, legt sich im 10'unteren Internodium in anodischer Richtung an die nämliche Blattspur an, und wird mit derselben durchschnittlich im 13'unteren Internodium vereintläufig.

Die 2 sogleich nach der zugehörigen Blattspur austretenden, für den Kurztrieb bestimmten Stränge schliessen sehr bald zu einem Gefässbündelkranze zusammen (vergl. Taf. VII. Fig. 3 kkk). Der eine von ihnen steht mit dem auf der kathodischen Seite der ausgetretenen Blattspur liegenden 5'oberen, der andere mit dem auf der anodischen Seite heruntersteigenden 8'oberen Bündel in Verbindung. Aus diesem Gefässbündelkranze erhält jedes Schuppenblatt einen Strang. — Die Blattspuren der Nadelblätter sind im Blatte selbst gespalten.

4. Unterabtheilung. Taeda Spach.

P. Australis Michx (P. palustris Mill.)[1]. Das Keimpflänzchen der Besenkiefer besass an dem von Lestiboudois[2]) untersuchten Exemplar 9 Cotyledonen und 7 Fibrovasalstränge, von welchen letzteren jedoch die 2 obersten (vergl. die von Lestiboudois gegebene Abbildung), durch den weitesten Zwischenraum von einander getrennten, durch inniges Zusammentreten von je 2 Strängen das Aussehen eines einzigen, wiewohl etwas dickeren Stranges angenommen haben. Duchartre[3]) beobachtete ebenfalls 9 Cotyledonen (Cotyledonarlappen).

P. Canariensis Chr. Smith[4]). Die Langtriebe der Canarischen Kiefer sind nicht, wie die der anderen Arten, mit Schuppenblättern, sondern mit einer Anzahl weisslich-grüner, langer Nadelblätter besetzt. Dieselben stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die untersten von ihnen sind steril, die folgenden aber tragen (mit Ausnahme der alleroberstеn, wieder Langtriebe erzeugenden) in ihren Achseln je einen Kurztrieb, welcher an seiner Spitze mit 3 langen, glänzend grünen, im Querschnitt dreieckigen, am Rande fein gezähnelten, etwas rauhen Nadelblättern gekrönt ist. Während bei jüngeren Pflanzen die Kurztriebe constant in den Achseln dieser weisslich-grünen Nadelblätter[5]) stehen, finden sich jedoch nach Lestiboudois[6]) auch ältere Exemplare, bei welchen diese Gebilde in den Achseln von Schuppenblättern erzeugt werden. Diese älteren Pflanzen vermitteln somit den Uebergang von denjenigen Kieferarten, welche die die Nadelbüschel tragenden Kurztriebe constant in den Achseln von Schuppenblättern hervorbringen, zu den jüngeren Exemplaren der canarischen Kiefer, wo dieses in den Achseln einzeln stehender, langer, etwas anders gefärbter Nadelblätter geschieht. — Die Blattstellung ist $^{5}/_{13}$, $^{8}/_{21}$ oder höher.

Ein Querschnitt durch einen jungen Spross lässt 20 bis 28 Fibrovasalstränge erkennen, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale in folgender Reihe angeordnet sind: 0, 8, 16, 3, 11, 19, 6, 14, 22, 1, 9, 17, 4, 12, 20, 7, 15, 2, 10, 18, 5, 13, 21, 0. Dem Aus-

1) Endlicher a. a. O. p. 165. — Carrière a. a. O. p. 345. — Courtin a. a. O. p. 76.

2) Lestiboudois a. a. O. p. 28. Pl. II. Fig. 42.

3) Duchartre a. a. O. Pl. IX. Fig. 52 u. 53.

4) Endlicher a. a. O. p. 165. — Carrière a. a. O. p. 348. — Courtin a. a. O. p. 77.

5) Schacht, Anat. und Phys. Bd. II. p. 85.

6) Lestiboudois a. a. O. p. 98.

gangsstrange 0 steht 4 diametral gegenüber. Auf 0 folgt in anodischer Richtung das Strangpaar 8 u. 16, Blattspur 3, die Bündelgruppe 11, 19, 6, 14 u. 22, Blattspur 1, Strangpaar 9 u. 17, Blattspur 4, die Bündelgruppe 12, 20, 7 u. 15, Blattspur 2, und nun endlich die Bündelgruppe 10, 18, 5, 13 u. 21.

Sofort nach Austritt von 0 wird Blattspur 5 isolirt, indem sich auf dem Querschnitt das Strangpaar 10 u. 18 in kathodischer, das Strangpaar 13 und 21 in anodischer Richtung von 5 hinwegbewegt. Das letztere Strangpaar (13 u. 21) tritt dann mit dem Strangpaar 8 u. 16 zu einer viergliedrigen Bündelgruppe 13, 21, 8 u. 16 zusammen. Die frühere Anzahl der Fibrovasalstränge (23 wurde als Norm angenommen) wird dadurch wiederhergestellt, dass auf der anodischen Seite von 15 Strang 23 sichtbar wird und als ein Glied der Bündelgruppe 12, 20, 7, 15 u. 23 auftritt.

Auf der kathodischen Seite der abgehenden Blattspur findet sich das 5t-, 13t- und 21st obere Bündel, auf der anodischen das 8t- und 16t obere. An der Schlingenbildung, welche hier sehr frühzeitig eintritt, betheiligen sich bloss das 13t- und 21st obere auf der einen, das 8t- und 16t obere Bündel auf der anderen Seite.

Jede Blattspur steigt ungefähr 4 bis 5 Internodien weit vollständig frei herab, biegt zuletzt in anodischer Richtung über dem 8t unteren Strange aus und legt sich etwa im 13t unteren Internodium an die nämliche Blattspur in kathodischer Richtung an, um mit derselben ungefähr im 23st unteren Internodium vereintläufig zu werden.

P. Canariensis hat nach Lestiboudois[1]) normal 8, seltner 7 in einen Quirl gestellte Cotyledonen. Etwas unterhalb des Cotyledonarknotens zeigt der Stengelquerschnitt je 4 etwas verbreiterte, regelmässig gestellte Fibrovasalstränge; etwas weiter oben dagegen schon 8, indem sich jeder der 4 breiten Stränge in je 2 gespalten hat.

P. Jeffreyi hort.[2]). In den Achseln der in einer rechts- oder linksläufigen Spirale angeordneten Schuppenblätter stehen die mit einem dreigliedrigen Blätterbüschel gekrönten Kurztriebe. Nur die untersten Schuppenblätter entbehren diese Nadelzweiglein in ihren Achseln; die alleroberste̱n können wieder Langtriebe erzeugen. Die Blattstellung ist $^5/_{13}$, $^8/_{21}$ oder höher. Jedes Nadelblatt erhält einen Fibrovasalstrang, welcher auch im Blatte ungetheilt erscheint.

Ein Querschnitt durch einen Spross zeigt im Mittel ungefähr

1) Lestiboudois a. a. O. p. 27 u. 28. Pl. II. Fig. 34—36.

2) Carrière a. a. O. p. 358.



25 Fibrovasalstränge, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale die bei P. Canariensis gegebene Anordnung erkennen lassen. Auf den Ausgangsstrang 0, welchem etwa Strang 4 diametral gegenüber liegt, folgt in anodischer Richtung die Bündelgruppe 8, 16 und 24, dann Blattspur 3, die Bündelgruppe 11, 19, 6, 14 u. 22, Blattspur 1, Strangpaar 9 u. 17, Blattspur 4, Bündelgruppe 12, 20, 7, 15 u. 23, Blattspur 2 und endlich die Bündelgruppe 10, 18, 5, 13 u. 21.

Sobald Blattspur 0 ausgetreten ist, wird auf dem Querschnitt Blattspur 5 isolirt, indem das Strangpaar 10 u. 18 in kathodischer, das Strangpaar 13 u. 21 hingegen in anodischer Richtung von 5 sich hinwegbewegt. Letzteres (13 u. 21) tritt auf einem der späteren Querschnitte sehr frühzeitig mit der dreigliedrigen Bündelgruppe 8, 16 und 24 über der Austrittsstelle von 0 zu einer fünfgliedrigen Gruppe zusammen. Das abgegangene Bündel 0 endlich wird durch die auf der anodischen Seite von 17 sichtbar werdende Blattspur 25 wieder ersetzt. Entsprechende Veränderungen treten nach Austritt von 1, 2, 3, u. s. w. ein.

Auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur finden sich das 5t-, 13t- und 21st obere Bündel, auf der anodischen das 8t-16t- und 24st obere. Von diesen Bündeln nehmen sämmtliche genannte, einzig mit Ausnahme des 5t oberen Bündels, Theil.

Jede Blattspur steigt 4 bis 6 Internodien weit vollständig frei herab, biegt zuletzt über der 8t unteren eben austretenden Blattspur anodisch aus, legt sich in kathodischer Richtung ungefähr im 13t- oder 14t unteren Internodium an die nämliche Blattspur an und wird mit derselben durchschnittlich im 25t unteren Internodium vereintläufig.

Nach Abgang einer Blattspur aus dem Gefässbündelkranze treten auch die 2 sehr frühzeitig zu einem neuen Gefässbündelkranze verschmelzenden, für den Kurztrieb bestimmten Stränge aus. Der eine von ihnen steht mit dem auf der anodischen Seite der austretenden Blattspur liegenden 8t oberen, der andere mit dem auf der kathodischen Seite befindlichen 21st oberen Strange in Verbindung.

5. Unterabtheilung. Pinaster Spach.

P. montana Du Roi. a. uncinata Heer (P. obliqua Saut., P. rotundata Link, P. uncinata Ram.) [1]). An den Axen der Langtriebe der Hakenzapfenfichte stehen eine Anzahl Schuppenblätter in einer

1) Endlicher a. a. O. p. 170. — Carrière a. a. O. p. 370. — Courtin a. a. O. p. 90. — Heer, in Verhandl. der schweiz. naturf. Gesellsch. 1862. p. 184.

rechts- oder linksläufigen Spirale angeordnet, in deren Achseln, mit Ausnahme der untersten, und einem oder mehreren der obersten (die ersteren sind vollständig steril, die letzteren können wiederum Langtriebe erzeugen) je ein Kurztrieb sich findet. Die Blattstellung ist $^5/_{13}$, $^8/_{21}$ oder auch noch höher. Die Kurztriebe werden an ihrem Grund von meist 9 in einer Spirale angeordneten Schuppenblättern gedeckt, an ihrer Spitze aber tragen sie einen zweigliedrigen Büschel von Nadelblättern. Die Spirale, welche die Schuppenblätter an den Kurztrieben beschreiben, ist derjenigen Schneckenlinie, in welcher die Schuppenblätter an dem zugehörigen Langtriebe angeordnet sind, constant antidrom. — Im Nadelblatt ziehen sich 2 getrennte Fibrovasalstränge neben einander hin.

Ein Querschnitt durch einen jungen Spross lässt bei P. uncinata Ram. bloss 16 bis 20 Fibrovasalstränge unterscheiden, welche in der bekannten Reihenfolge stehen. Auf den Ausgangsstrang 0 folgt in der Richtung der aufsteigenden Spirale Strangpaar 8 u. 16, Blattspur 3, Bündelgruppe 11, 6 u. 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 9, 17, 4 u. 12, Strangpaar 7 u. 15, Blattspur 2, und endlich die Bündelgruppe 10, 5 u. 13, wobei 10 bisweilen noch isolirt erscheint.

Nach Austritt von 0 aus dem Gefässbündelkranze pflegt Blattspur 4 isolirt zu werden, indem das Strangpaar 9 u. 17 in kathodischer, Bündel 12 aber in anodischer Richtung abbiegen. Auf der anodischen Seite von 10 wird endlich Bündel 18 auf dem Querschnitt sichtbar, um die frühere Bündelanzahl wiederherzustellen. Dabei schiebt sich 18 so zwischen die benachbarten Stränge hinein, dass es mit denselben die viergliedrige Bündelgruppe 10, 18, 5 u. 13 bildet.

Auf der kathodischen Seite einer abgehenden Blattspur liegt das 5'- und 13'obere Bündel, auf der anodischen dagegen das 8'- und 16'obere. An der Schlingenbildung betheiligen sich bloss das 13'-, 8'- und 16'obere, wozu sich noch bisweilen das auf der anodischen Seite des 13'oberen heruntersteigende 21''obere Bündel gesellt.

Jede Blattspur steigt 3 bis 4 Internodien vollständig frei herab, biegt zuletzt über der 8'unteren Blattspur anodisch aus, legt sich in kathodischer Richtung ungefähr im 12'unteren Internodium an den nämlichen Strang an und wird mit demselben im Durchschnitt im 18'unteren Internodium vereintläufig.

Nachdem eine Blattspnr aus dem Gefässbündelkranze heraus in ihr Blatt eingetreten ist, kommen auch sofort die 2 für den Kurztrieb bestimmten Fibrovasalstränge zum Vorschein. Der eine von



ihnen steht mit dem auf der kathodischen Seite liegenden 13' oberen Strang, der andere mit dem auf der anodischen Seite befindlichen 8'oberen Strang in Verbindung. Sie bilden sehr bald wieder einen neuen Gefässbündelkranz, aus welchem die Blattspuren der Schuppenblätter nach einander heraustreten.

P. montana du Roi, var. d. Pumilio Heer (P. Pumilio Hänke, Willkomm)[1]. Die Langtriebe der Zwergföhre tragen an ihrer Axe eine Anzahl ziemlich dicht stehender Schuppenblätter in links- oder rechtsläufiger Spirale angeordnet. Die Blattstellung ist $^5/_{13}$ und höher. In den Achseln dieser Schuppenblätter (die untersten und alleroberstem ausgenommen) stehen die Kurztriebe. Letztere sind an ihrer Basis von 9 zarten, in aufsteigender Richtung immer grösser werdenden, weisslichen Schuppenblättern umgeben, an ihrer Spitze aber tragen sie einen zweigliedrigen Büschel von Nadelblättern. Die Spirale, welche die Schuppenblätter des Kurztriebes beschreiben, ist der Spirale, in welcher die Schuppenblätter des zugehörigen Langtriebes angeordnet sind, constant antidrom. — Die Blattspuren der Schuppenblätter erscheinen auch im Blatte einfach, die der Nadelblätter dagegen haben sich in 2 neben einander herlaufende Fibrovasalstränge gespalten.

Ein Querschnitt durch einen jungen Spross lässt 18 bis 20 Fibrovasalstränge unterscheiden, welche in der gewöhnlichen Reihe angeordnet sind. Auf den Ausgangsstrang 0 folgt in anodischer Richtung die Bündelgruppe 8, 16, 3 u. 11 (bei der vorigen Varietät der Bergföhre war 3 schon isolirt), Strangpaar 6 und 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 9, 17, 4 u. 12, Strangpaar 7 u. 15, Blattspur 2, das allein stehende Bündel 10 und endlich Strangpaar 5 u. 13.

Sofort nach Abgang von 0 wird auf dem Querschnitt Blattpur 3 isolirt, indem das Strangpaar 8 u. 16 sich in kathodischer Richtung, das Bündel 11 aber in anodischer von 3 hinwegbewegen. Das ausgetretene Bündel selbst wird dadurch ersetzt, dass auf der anodischen Seite von 10 sich Bündel 18 so zwischen 10 und dem anodisch benachbarten Strangpaar 5 u. 13 hineinschiebt, dass die viergliedrige Bündelgruppe 10, 18, 5 u. 13 entsteht.

Auf der kathodischen Seite der abgehenden Blattspur liegen das 5'- und 13'obere Bündel, auf der anodischen das 8'- und 16'obere. Alle 4 Stränge betheiligen sich mehr oder weniger direct an der Schlingenbildung.

1) Endlicher a. a. O. p. 169. — Carrière a. a. O. p. 369. — Courtin a. a. O. p. 87. — Heer a. a. O. p. 187.

Jede Blattspur steigt 3 bis 4 Internodien weit vollständig frei herab, biegt zuletzt in anodischer Richtung über der 8ᵗ unteren Blattspur aus, legt sich ungefähr im 11ᵗunteren Internodium in kathodischer Richtung an die nämliche Blattspur an und wird endlich durchschnittlich im 18ᵗunteren Internodium mit derselben vereintläufig.

Das Verhalten der 2 für den Kurztrieb bestimmten Fibrovasalstränge stimmt vollständig mit dem bei P. montana, a, uncinata geschilderten überein.

P. silvestris L.[1]). Eine Anzahl Schuppenblätter stehen an den Langtriebaxen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale angeordnet. Die Blattstellung ist dabei $^{5}/_{13}$, $^{8}/_{21}$, $^{13}/_{34}$, ja nach Nägeli[2]) in der Terminalknospe sogar bis $^{21}/_{55}$. Die untersten Schuppenblätter haben, wie ebenfalls schon Nägeli[3]) erwähnt hat, keine Axillargebilde aufzuweisen, dagegen steht in der Achsel der folgenden je ein Kurztrieb, mit alleiniger Ausnahme der 2 oder 3 obersten, welche wieder Langtriebe erzeugen können. Die Kurztriebe tragen an ihrer Spitze einen zweigliedrigen von unterseits grünen, oberseits bläulichen Nadelblättern und werden an ihrem Grunde von 9 bis 11 spiralig angeordneten Schuppenblättern umgeben. Die Spirale, welche die Schuppenblätter der Kurztriebe beschreiben, ist der Schneckenlinie, in welcher diese Blätter an dem zugehörigen Langtriebe stehen, constant antidrom[4]).

Ein Querschnitt durch einen jungen Spross lässt 16 bis 22 Fibrovasalstränge unterscheiden, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale folgendermaassen angeordnet sind: 0, 8, 16, 3, 11, 19, 6, 14, 1, 9, 17, 4, 12, 20, 7, 15, 2, 10, 18, 5, 13, 0; also ganz analog dem bei den anderen Pinus-Arten gefundenen Schema. Nägeli[5]) fand ebenfalls 20 und etwas mehr Blattspuren auf einem Querschnitt. Die Fibrovasalstränge sind dabei folgendermaassen vertheilt: Auf den Ausgangsstrang 0 folgt in anodischer Richtung (vergl. Taf. VII. Fig. 1 und 2; der abgebildete Querschnitt ist jedoch nicht weit unterhalb der Terminalknospe genommen, daher die einzelnen Bündel schon mehr und mehr unter einander isolirt) die Bündelgruppe 8, 16, 3,

---

1) Endlicher a. a. O. p. 171. — Carrière a. a. O. p. 372. — Courtin a. a. O. p. 89. — Heer, in Verhandl. der schweiz. naturf. Gesellsch. 1862. p. 180.

2) Nägeli, Beitr. zur wiss. Bot. Heft I. p. 58.

3) Nägeli a. a. O. p. 58.

4) Nägeli a. a. O. p. 58.

5) Nägeli a. a. O. p. 58.

11, 6 u. 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 9, 17, 4 u. 12, Strangpaar 7 u. 15, und endlich die Bündelgruppe 2 (dieses jedoch öfters schon von den übrigen getrennt), 10, 5 u. 13. Je weiter oben ein Schnitt geführt wird, desto mehr, aber desto kleinere Gruppen von Fibrovasalsträngen treten auf, bis endlich sämmtliche Blattspuren von einander isolirt erscheinen, ausgenommen diejenigen, deren Vereinigungsstelle gerade getroffen wurde.

Sobald 0 ausgetreten ist, biegt sich auf einem der nächstfolgenden Querschnitte Blattspur 2 in kathodischer Richtung von seiner Bündelgruppe hinweg und isolirt sich so vollständig; Strangpaar 7 u. 15 aber bewegt sich in ebenfalls kathodischer Richtung nach der Gruppe 9, 17, 4 u. 12 hinüber, um mit derselben nun eine einzige grosse Gruppe zu bilden. Auch Strangpaar 8 u. 16 trennt sich aus dem Verband der Gruppe, zu welcher es früher gehörte, und biegt in kathodischer Richtung über die Austrittsstelle von 0 herüber. Der verloren gegangene Strang 0 endlich wird dadurch ersetzt, dass auf der kathodischen Seite von 10 Strang 18 sichtbar wird und sich so zwischen 10 und 5 hineinschiebt, dass er als ein Glied der Gruppe 10, 18, 5 u. 13 erscheint.

Auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur liegen der 8ᵗ- und 16ᵗobere Strang, auf der anodischen der 13ᵗ- und 5ᵗ-obere. Alle 4 Blattspuren betheiligen sich mehr oder weniger an der Schlingenbildung (vergl. Taf. VII. Fig. 1).

Eine Blattspur steigt 2 oder mehr Internodien weit vollständig frei herab, doch bleibt sie mit dem auf ihrer kathodischen Seite zunächst befindlichen Strang meist eine kleine Strecke weiter hinauf in Berührung, als mit dem ihrer anodischen Seite anliegenden (vergl. Taf. VII. Fig. 1). Sie biegt zuletzt in anodischer Richtung über dem 8ᵗunteren Strang aus, legt sich an den nämlichen Strang ungefähr im 10ᵗunteren Internodium in kathodischer Richtung an und wird mit demselben durchschnittlich im 18ᵗunteren Internodium vereintläufig. Doch ist eine solche schematische Regelmässigkeit (vergl. Taf. VII. Fig. 1) in Wirklichkeit selten zu finden, da ein Strang oft später, der andere schon früher vereintläufig wird. Nägeli[1]) verfolgte die einzelnen Blattspuren 14 bis 26 Internodien weit.

Nach Untersuchungen von Stebler[2]) finden sich auf einem Querschnitt 16 bis 20 Fibrovasalstränge, deren Verhalten dem eben geschilderten analog ist.

1) Nägeli a. a. O. p. 58.
2) Stebler, nach Untersuch. vom Jahre 1866.

Nach Austritt einer Blattspur werden auch die 2 für den Kurztrieb bestimmten Fibrovasalstränge sichtbar (vergl. Taf. VII. Fig. 1 u. 2 kk). Der eine von ihnen steht mit dem auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur liegenden 13ᵗ oberen Strange, der andere mit dem auf der anodischen Seite befindlichen 8ᵗ oberen in Verbindung. Sie treten frühzeitig zu einem Gefässbündelkranze zusammen, aus welchem nach und nach die für die Schuppenblätter bestimmten einsträngigen[1]) Blattspuren heraustreten, bis endlich nur noch die in die Nadelblätter austretenden Gefässbündel übrig bleiben. — Der Querschnitt durch ein Nadelblatt zeigt 2 neben einander her laufende Stränge[2]).

Die Keimpflänzchen der gemeinen Föhre zeigen nach Lestiboudois[3]) 5, 6 oder 7 Cotyledonen. Jeder derselben erhält einen Fibrovasalstrang. Einzelne dieser Stränge verschmelzen nach unten mit einem benachbarten, so dass dann der Querschnitt nur etwa 3 oder 4 Gefässbündel unterscheiden lässt. — Duchartre[4]) giebt für P. silvestris 5 Cotyledonen (Cotyledonarlappen) an; Schacht bildet einmal[5]) 6, das andere Mal[6]) 7 Cotyledonen ab.

Nach Cramer[7]) bewegt sich die Anzahl der Cotyledonen zwischen 3 bis 8, wie nachstehende Tabelle genauer zeigen mag:

	Zahl d. Cotyl.: 3	4	5	6	7	8
a. Von 9 Keimpflänzchen [8]) zeigten	.	1	4	4	.	.
b. „ 9 „ [9]) „	1	.	1	6	1	.
c. „ 4 „ [10]) „	.	.	2	2	.	.
d. „ 5 „ [11]) „	.	.	2	3	.	.
e. „ 3 „ [12]) „	.	.	2	1	.	.
f. „ 21 „ [13]) „	.	3	10	6	1	1
Von 51 Keimpflänzchen zeigten	1	4	21	22	2	1
oder in Procenten ausgedrückt	2 %	7,9 %	41,1 %	45,1 %	3,9 %	2 %

1) Nägeli a. a. O. p. 59.

2) Schacht, Anat. und Physiol. Bd. II. p. 102. Fig. 182. D.

3) Lestiboudois a. a. O. p. 29.

4) Duchartre a. a. O. Pl. IX. Fig. 58—60.

5) Schacht, Anat. und Phys. Bd. II. p. 8. Fig. 87. III. — p. 92. — p. 143.

6) Schacht, Anat. und Physiol. Bd. II. p. 427. Fig. 258. — Das Mikroskop p. 113. Fig. 36.

7) Cramer, nach Untersuch. vom 1., 2., 5., 11., 13. u. 18. Juni 1861.

8) Unters. vom 1. Juni.

9) „ „ 2. Juni.

10) „ „ 5. Juni.

11) „ „ 11. Juni.

12) „ „ 13. Juni.

13) „ „ 18. Juni. Die Pflänzchen stammten aus dem botan. Garten.

Die Stengelchen sind an der Basis röthlich; die Cotyledonen im Querschnitt dreieckig, stets frei und (im Gegensatze zu Duchartre's[1]) Angaben) nie unter sich verwachsen. — Die untersuchten Exemplare waren sämmtlich wurzelkrank.

Ein Keimpflänzchen[2]) mit 5 Cotyledonen und 4 Primordialblättern zeigte 15 Millim. und ebenso auch noch 4 Millim. unterhalb des Cotyledonarknotens 2 Gefässbündel; 2 Millim. unterhalb des Knotens traten 4 und bald darauf 5 Stränge auf, zu welchen ein wenig später noch 4 neue für die Primordialblätter bestimmte Bündel hinzukamen.

P. Laricio Poir. (P. Laricio, α, Poiretiana Endl.)[3]). An den Langtriebaxen der Corsikanischen Kiefer finden sich eine Anzahl Schuppenblätter in einer rechts- oder linksläufigen Spirale angeordnet. In den Achseln derselben stehen die Kurztriebe; nur die untersten steril bleibenden und die obersten wieder Langtriebe erzeugenden Schuppenblätter entbehren dieser Nadelzweiglein. Die Stellung dieser Schuppenblätter ist $^8/_{21}$ oder höher. Jeder Kurztrieb trägt einen Büschel von 2 Nadelblättern an seiner Spitze. Am Grunde ist er von 8 oder 9 spiralig angeordneten, unter sich verklebten, weisslichen, zarten Schuppenblättern umgeben, von welchen das innerste und zu oberst stehende am grössten und weiss gefärbt, das äusserste, zu unterst befindliche am kleinsten und bräunlich gefärbt ist. Die Spirale der am Kurztrieb befindlichen Schuppenblätter ist der Schneckenlinie, welche die Kurztriebe selbst beschreiben, constant antidrom. — Die Blattspuren aller Schuppenblätter bleiben auch im Blatte ungetheilt; ein Querschnitt durch ein Nadelblatt hingegen zeigt 2 neben einander herlaufende Fibrovasalstränge.

Während die bisher besprochenen Pinus-Arten eine mehr oder weniger beschränkte Anzahl von Fibrovasalsträngen auf dem Querschnitt erkennen lassen, habe ich bei P. Laricio an einem Hauptspross bis 35 Blattspuren beobachtet. Die Nebensprosse haben durchschnittlich weniger Bündel, als die zugehörigen Hauptsprosse, aufzuweisen. Die Reihenfolge der Stränge bei dem 35strängigen Hauptspross ist in der Richtung der aufsteigenden Spirale: 0, 34, 21, 8, 29, 16, 3, 24, 11, 32, 19, 6, 27, 14, 1, 22, 9, 30, 17, 4, 25, 12, 33, 20, 7, 28, 15, 2, 23, 10, 31, 18, 5, 26, 13, 0. Auf den Ausgangs-

1) Duchartre a. a. O. p. 227 u. f.

2) Cramer, Unters. vom 13. Juni 1861.

3) Endlicher a. a. O. p. 178. — Carrière a. a. O. p. 384. — Courtin a. a. O. p. 83.

strang 0, welchem etwa Bündel 4 diametral gegenüberliegt, folgt dabei die Bündelgruppe 34, 21, 8, 29 u. 16, Blattspur 3, die Bündelgruppe 24, 11, 32 u. 19, Blattspur 6, Strangpaar 27 u. 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 22, 9, 30 u. 17, Blattspur 4, Bündelgruppe 25, 12, 33 u. 20, Blattspur 7, Strangpaar 28 u. 15, Blattspur 2, Bündelgruppe 23, 10, 31 u. 18, Blattspur 5, und endlich zwischen 5 und 0 das Strangpaar 26 u. 13.

Sobald als Blattspur 0 ausgetreten ist, wird auch Blattspur 8 isolirt, indem auf den zunächst nach oben hin folgenden Querschnitten das Strangpaar 29 u. 16 in anodischer Richtung, Strangpaar 34 u. 21 aber in kathodischer Richtung von 8 sich hinwegbewegt. Dabei tritt das letztere Strangpaar (34 u. 21) mit dem benachbarten Strangpaar 26 u. 13 zu einer viergliedrigen Bündelgruppe zusammen. Das verloren gegangene Bündel 0 wird endlich dadurch ersetzt, dass 35 auf der kathodischen Seite von 22 sichtbar wird und mit den Strängen 22, 9, 30 u. 17 eine fünfgliedrige Bündelgruppe bildet.

Auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur liegt im Schema für den Längsverlauf der Stränge das 26st- und 13t obere Bündel, auf der anodischen das 34st-, 21st- und 8t obere. An der Schlingenbildung betheiligen sich sämmtliche genannte Stränge einzig mit Ausnahme des 8t oberen Bündels.

Eine Blattspur steigt ungefähr 6 bis 8 Internodien weit vollständig frei herab, biegt zuletzt in kathodischer Richtung über der 13t unteren Blattspur aus, legt sich an die nämliche Blattspur in anodischer Richtung etwa im 21st unteren Internodium an und wird durchschnittlich im 35st unteren Internodium mit derselben vereintläufig. So war wenigstens das Verhältniss in dem von mir untersuchten 35strängigen Spross.

Nach Abgang der Blattspur treten auch die 2 für den Achselspross bestimmten Fibrovasalstränge aus. Der eine von ihnen steht mit dem auf der kathodischen Seite der ausgetretenen Blattspur befindlichen 13t oberen Strang, der andere mit dem auf der anodischen Seite liegenden 21st oberen in Verbindung. Das übrige Verhalten war demjenigen der anderen Arten analog.

P. Laricio hat nach Lestiboudois[1]) 6 oder 8 Cotyledonen. Durch das Verschmelzen von 2 Strängen beim Hinabsteigen im Stengel sind aber etwas unterhalb des Cotyledonarknotens meist nur 4 oder 5 Fibrovasalstränge zu unterscheiden. Duchartre[2]) hat 7 Cotyledonen (Cotyledonarlappen) beobachtet.

1) Lestiboudois a. a. O. p. 28.
2) Duchartre a. a. O. Pl. IX. Fig. 54—57.

P. Laricio Poir. var. Calabrica Delaw. (P. Calabrica hort. aliq.)[1]. Die Calabrische Lariciofichte besitzt nach Lestiboudois[2]) 8 Cotyledonen mit eben so vielen Fibrovasalsträngen, von welchen jedoch sehr häufig 2 Stränge unterhalb des Cotyledonarknotens mit einander verschmelzen, so dass hier die von Lestiboudois geführten Querschnitte meist nur 5 Stränge erkennen liessen. Zwischen diesen grösseren Strängen traten dann noch kleinere auf, welche ohne Zweifel für die nun erscheinenden Laubblätter bestimmt waren.

P. Austriaca Host. (P. nigricans Host., P. Laricio, β, Austriaca Endl.)[3]. Die Schuppenblätter, welche zum grössten Theil je einen Kurztrieb in ihren Achseln tragen, stehen an den Langtrieben der schwarzen oder östreichischen Kiefer in einer links- oder rechtsdrehenden Spirale. Die Blattstellung ist $^{13}/_{34}$, $^{21}/_{55}$ oder auch noch höher. Jeder Kurztrieb trägt an seiner Spitze einen zweigliedrigen Büschel von Nadelblättern, an seinem Grunde ist er von etwa 9 in einer Spirale angeordneten, unter sich nicht verklebten (wie es bei P. Laricio und P. Pallasiana der Fall war) Schuppenblättern umgeben. Die Spirale der Schuppenblätter am Kurztrieb ist derjenigen am Haupttrieb constant antidrom.

Wenn schon bei P. Laricio eine grössere Anzahl von Fibrovasalsträngen auf dem Querschnitt unterschieden werden konnte, so ist dies noch mehr bei P. Austriaca der Fall. An einem Hauptspross habe ich auf den Querschnitten bis 47 Blattspuren gezählt. Diese sind in der Richtung der aufsteigenden Spirale in folgender Reihe angeordnet: 0, 34, 21, 8, 42, 29, 16, 3, 37, 24, 11, 45, 32, 19, 6, 40, 27, 14, 1, 35, 22, 9, 43, 30, 17, 4, 38, 25, 12, 46, 33, 20, 7, 41, 28, 15, 2, 36, 23, 10, 44, 31, 18, 5, 39, 26, 13, 0. Dabei sind die Stränge folgendermaassen vertheilt: nach dem Ausgangsstrang 0, welchem, wie es meistentheils geschieht, Strang 4 ziemlich genau diametral gegenüber liegt, kommt Strangpaar 34 u. 21, darauf Blattspur 8, Bündelgruppe 42, 29 u. 16, Blattspur 3, die sechsgliedrige Bündelgruppe 37, 24, 11, 45, 32 u. 19, Blattspur 6, Bündelgruppe 40, 27 u. 14, Blattspur 1, Strangpaar 35 u. 22, Bündelgruppe 9, 43, 30 u. 17, Blattspur 4, Bündelgruppe 38, 25, 12, 46, 33 u. 20, Blattspur 7, Bündelgruppe 41, 28 u. 15, Blattspur 2, Bündelgruppe 36, 23, 10, 44, 31 und

1) Endlicher a. a. O. p. 179. — Carrière a. a. O. p. 385. — Courtin a. a. O. p. 84.

2) Lestiboudois a. a. O. p. 28.

3) Endlicher a. a. O. p. 179. — Carrière a. a. O. p. 387. — Courtin a. a. O. p. 83.

18, Blattspur 5, und endlich zwischen 5 und 0 die Bündelgrurpe 39, 26 und 13.

Sobald nun 0 ausgetreten ist, isolirt sich Blattspur 9, indem sie in kathodischer Richtung von dem ihr zunächst anliegenden Bündel 43 hinwegrückt. Ebenso in kathodischer Richtung bewegt sich auch das Strangpaar 36 u. 23 von seiner Bündelgruppe hinweg. Die ausgetretene Blattspur 0 wird dadurch ersetzt, dass auf einem Querschnitt, welcher ein wenig höher geführt wird, auf der kathodischen Seite von 34 das Bündel 47 sichtbar wird und sich so zwischen 13 und 34 hineinschiebt, dass jetzt eine sechsgliedrige Bündelgruppe 39, 26, 13, 47, 34 u. 21 gebildet wird.

Schwächere Sprosse zeigen auf dem Querschnitt auch eine geringere Anzahl von Fibrovasalsträngen; die geringste beobachtete war 24. Das Verhalten der Blattspuren ist dann den früher besprochenen Pinus-Arten analog.

Auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur liegt im Schema für den Längsverlauf der Stränge beim 47strängigen Spross der 39st-, 26st- und 13^{t}obere Strang, auf der anodischen dagegen der 34st- und 21^{st}obere, zu welchen sich dann noch der auf der kathodischen Seite des 34^{st}oberen Stranges heruntersteigende 47^{st}obere gesellt. Alle 6 Stränge betheiligen sich mehr oder weniger an der hier sehr frühzeitig eintretenden Schlingenbildung.

Jede Blattspur steigt ungefähr 6 bis 9 Internodien weit vollständig frei herab, biegt zuletzt über der 13^{t}unteren Blattspur kathodisch herüber, legt sich an die nämliche Blattspur etwa im 23^{st}unteren Internodium in anodischer Richtung an und wird mit derselben durchschnittlich im 47^{st}unteren Internodium vereintläufig.

Sofort nach Austritt der Blattspur gehen auch die 2 für den Kurztrieb bestimmten Fibrovasalstränge ab. Der eine von ihnen steht mit dem auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur liegenden 13^{t}oberen, der andere mit dem auf der anodischen Seite befindlichen 34^{st}oberen Strang in Verbindung. Sie bilden sehr frühzeitig wieder einen Fibrovasalring, aus welchem die einsträngigen für die Schuppenblätter der Kurztriebe bestimmten Blattspuren in successiver Reihe heraustreten. Die für die 2 Nadelblätter bestimmten Blattspuren scheinen aus einer Vereinigung mehrerer Stränge zu entstehen. Auf einem Querschnitt durch ein Nadelblatt sind 2 sehr deutlich getrennte und neben einander [illegible]salstränge sichtbar.

P. **Pallasiana** Lamb. (P. Laricio, γ, Pallasiana Endl., P. Taurica ort.)[1]. An den Langtrieben der Pallas-Kiefer stehen die Schuppenlätter, in deren Achseln zum grössten Theil je ein Kurztrieb erzeugt wird (ausgenommen sind bloss die untersten, welche steril bleien, und eins bis mehrere der obersten, in deren Achseln wieder Langtriebe auftreten können), in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Blattstellung ist $^{13}/_{34}$ und höher. Die Kurztriebe tragen an ihrer Spitze einen aus 2 Nadelblättern gebildeten Blätterbüschel; an ihrer Basis sind sie von ungefähr 9 in einer Spirale angeordneten, wie bei P. Laricio Poir. unter einander stark verklebten, nach oben hin stetig an Grösse zunehmenden Schuppenblättern umgeben. Die Spirale dieser Schuppenblätter ist derjenigen, welche die Schuppenblätter an dem zugehörigen Langtriebe beschreiben, **constant antidrom.**

Auch bei P. Pallasiana ist auf den Querschnitten eine grössere Anzahl von Fibrovasalsträngen sichtbar. Sie wechselte an den von mir untersuchten Sprossen von 24 bis 34 (vergl. Taf. VII. Fig. 4). Diese Stränge folgen an einem Spross, welcher durchschnittlich 25 Gefässbündel auf dem Querschnitt aufzuweisen hat, in der Reihe: 0, 8, 16, 24, 3, 11, 19, 6, 14, 22, 1, 9, 17, 4, 12, 20, 7, 15, 23, 2, 10, 18, 5, 13, 0 in der Richtung der aufsteigenden Spirale auf einander. Dabei sind die Blattspuren etwas unterhalb der Terminalknospe folgendermaassen gruppirt. Auf 0 kommt die Bündelgruppe 8, 16 u. 24, Blattspur 3, Bündelgruppe 11, 19, 6, 14 u. 22, Blattspur 1, Strangpaar 9 u. 17, Blattspur 4, Bündelgruppe 12, 20, 7, 15 u. 23, darauf Blattspur 2, und endlich zwischen 2 u. 0 die fünfgliedrige Bündelgruppe 10, 18, 5, 13 u. 21.

Nach Austritt von 0 nun wird auf einem der nächstoberen Querschnitte Blattspur 5 isolirt, indem das Strangpaar 10 u. 18 in kathodischer Richtung, das Strangpaar 13 u. 21 in anodischer Richtung von 5 sich hinwegbewegt. Letzteres Paar tritt dabei über der Austrittsstelle von 0 mit der dreigliedrigen Bündelgruppe 8, 16 u. 24 zu einer fünfgliedrigen Gruppe zusammen. Für das abgegangene Bündel 0 wird endlich auf der anodischen Seite von 17 Strang 25 sichtbar, welcher mit 9 und 17 eine dreigliedrige Gruppe bildet. Entsprechende Veränderungen finden nach Abgang von 1, 2, 3 u. s. w. statt.

der kathodischen Seite der austretenden Blattspur liegt das

a. O. p. 179. — Carrière a. a. O. p. 389. — Courtin

13t- und 20st obere Bündel, auf der anodischen das 8t-, 16t- und 24st obere. Sämmtliche 5 Stränge betheiligen sich mehr oder weniger an der Schlingenbildung.

Jede Blattspur steigt im 25strängigen Spross ungefähr 4 bis 5 Internodien weit vollständig frei herab, biegt zuletzt über der 8t unteren Blattspur anodisch aus, legt sich in kathodischer Richtung an die nämliche Blattspur etwa im 13t unteren Internodium an und wird mit derselben durchschnittlich im 25st unteren Internodium vereintläufig.

Sofort nach Austritt einer Blattspur gehen auch die 2 für das Axillargebilde bestimmten Fibrovasalstränge ab (vergl. Taf. VII. Fig. 4 kk). Der eine von ihnen steht mit dem auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur befindlichen 21st oberen, der andere mit dem auf der anodischen Seite der austretenden Blattspur liegenden 8t oberen Strang in Verbindung. Sie treten sehr bald zu einem neuen Gefässbündelkranze zusammen. Aus diesem Kranze entfernen sich nach und nach die successiv abgehenden, einsträngigen, für die Schuppenblätter des Kurztriebes bestimmten Blattspuren. Zuletzt bleiben noch 6 Stränge übrig, welche sich in 2 Gruppen anordnen. Jede Gruppe entspricht der Blattspur eines Nadelblattes; ihre Stränge verschmelzen mehr oder weniger fest mit einander.

P. Salzmanni Dun. (P. Monspeliensis Salzmann)[1]). Die Keimpflänzchen von Salzmanns Kiefer besitzen nach Lestiboudois[2]) 7 oder 9 Cotyledonen. Jeder derselben erhält je einen Fibrovasalstrang. Diese Stränge pflegen aber weiter unten mit einander zu verschmelzen, so dass dann meist nur noch 4 Gefässbündel erkennbar sind. Duchartre[3]) beobachtete auch 8 Cotyledonen (Cotyledonarlappen).

6. Unterabtheilung. Pinea Spach.

P. Pinea L.[4]). An den Langtrieben der Pinie oder Italienischen Steinfichte stehen eine Anzahl Schuppenblätter in einer rechts- oder linksläufigen Spirale angeordnet. Jedes derselben (mit Ausnahme der untersten sterilen und der allerobersten wieder Langtriebe in ihren Achseln bergenden) trägt als Axillargebilde einen Kurztrieb. Die Blattstellung ist $^5/_{13}$, $^8/_{21}$ oder höher. Die Kurztriebe zeigen an

1) Carrière a. a. O. p. 390. — Courtin a. a. O. p. 89

2) Lestiboudois a. a. O. p. 29.

3) Duchartre, a. a. O. Pl. IX. Fig. 61—68.

4) Endlicher a. a. O. p. 182. — Carrière a. a O p. 402 — Courtin a. a. O. p. 98.

ihrer Spitze je 2, seltner je 3 in einen Büschel vereinigte Nadelblätter; an ihrem Grunde sind sie von meist 9 spiralig angeordneten Schuppenblättern umgeben. Die Spirale dieser am Kurztrieb befindlichen Schuppenblätter ist der Schneckenlinie, welche die Schuppenblätter des zugehörigen Langtriebes beschreiben, constant antidrom.

Auf einem Querschnitt kann man bis 30 und noch etwas mehr Fibrovasalstränge unterscheiden; die gewöhnliche Zahl war bei den von mir untersuchten Sprossen etwa 26 bis 28 Stränge; ihre Reihenfolge ist die bei P. Pallasiana angegebene. Die Anordnung der Stränge ist dabei an einem im Mittel 25strängigen Spross die folgende: Auf den Ausgangsstrang 0 folgt in anodischer Richtung die Bündelgruppe 8, 16 u. 24, dann Blattspur 3, das Strangpaar 11 u. 19, die Bündelgruppe 6, 14 u. 22, Blattspur 1, die fünfgliedrige Bündelgruppe 9, 17, 4, 12 u. 20, hierauf wieder eine kleinere von den Bündeln 7, 15 u. 23 gebildete Gruppe, dann Blattspur 2, und endlich zwischen 2 und 0 die Bündelgruppe 10, 18, 5, 13 u. 21.

Nach Austritt von 0 wird auf einem der nächstoberen Querschnitte Bündel 4 isolirt, indem sich Strangpaar 12 u. 20 in anodischer Richtung, Strangpaar 9 u. 17 dagegen nebst dem jetzt auf der anodischen Seite von 17 sichtbar werdenden Bündel 25 in kathodischer Richtung von 4 hinwegbewegt. Das Strangpaar 11 u. 19, sowie Bündelgruppe 6, 14 u. 22 treten ferner zu einer grösseren Gruppe zusammen. Das abgegangene Bündel 0 wird durch den schon erwähnten Strang 25 ersetzt.

Auf der kathodischen Seite der abgehenden Blattspur liegt im Schema für den Längsverlauf der Stränge das 13^{t}- und 21^{st}obere Bündel, auf der anodischen das 8^{t}-, 16^{t}- und 24^{st}obere. Alle 5 Bündel betheiligen sich mehr oder weniger an der Schlingenbildung.

Jede Blattspur steigt 4 bis 6 Internodien vollständig frei herab, biegt zuletzt über der 8^{t}unteren Blattspur anodisch aus, legt sich an die nämliche Blattspur ungefähr im 13^{t}unteren Internodium in kathodischer Richtung an und wird mit derselben durchschnittlich im 26^{st}unteren Internodium vereintläufig.

Nach Abgang einer Blattspur treten auch sofort die 2 für das Axillargebilde bestimmten Fibrovasalstränge aus. Der eine von ihnen steht mit dem auf der kathodischen Seite der abgehenden Blattspur befindlichen 21^{st}oberen, der andere mit dem auf der anodischen Seite auftretenden 8^{t}oberen Bündel in Verbindung. Sie bilden sehr frühzeitig wieder einen Gefässbündelring. Aus diesem Ringe treten nun

successiv die für die Schuppenblätter und dann die für die 2 oder 3 Nadelblätter bestimmten Blattspuren aus. Die Blattspuren der Schuppenblätter bleiben für immer einsträngig, die in die Nadelblätter austretenden Fibrovasalstränge dagegen spalten sich in 2 deutlich von einander getrennte, im Blatte neben einander herlaufende Gefässbündel.

P. Pinea hat nach Lestiboudois[1]) Keimpflänzchen mit 8 bis 11 Cotyledonen und der entsprechenden Anzahl von Fibrovasalsträngen im Cotyledonarknoten. Etwas unterhalb des Knotens bemerkt man jedoch auf dem Querschnitt meist nur noch 4 bis 5 Gefässbündel. Diese im Vergleich zu der Anzahl der Cotyledonen meist doppelt so geringe Anzahl von Blattspuren wird dadurch hervorgerufen, dass etwas unterhalb des Cotyledonarknotens 2, seltner sogar 3 Stränge zu einem einzigen Strang zusammentreten können. Duchartre[2]) beobachtete ebenfalls 11 Cotyledonen (Cotyledonarlappen).

Die Blattstellung der Schuppenblätter ist bei den Arten der Gattung Pinus eine verhältnissmässig hohe. Weniger hoch ist sie z. B. bei P. Cembra, P. excelsa, P. Strobus, P. Montezumae, P. Canariensis, P. Jeffreyi, P. montana var. uncinata und var. Pumilio, P. silvestris, P. Pinea, etwas höher bei P. Laricio, am höchsten bei P. Austriaca und P. Pallasiana. Die untersten Schuppenblätter entbehren dabei der Axillargebilde vollständig, die folgenden tragen in ihren Achseln Kurztriebe, die allerobersten endlich vermögen in ihren Achseln wieder Langtriebe zu erzeugen. Die Richtung der Spirale, welche diese Schuppenblätter beschreiben, ist wechselnd. Dagegen steht zu ihr die Spirale, welche die Schuppenblätter an den zugehörigen Kurztrieben bilden, in einem genau bestimmten Verhältniss; sie ist der ersteren constant antidrom. — Die Pinus-Arten zerfallen nach der Anzahl der Nadelblätter, von welchen ein Kurztrieb gekrönt ist, in 2 grosse Gruppen. Die erste mit 5zähligen Nadelbüscheln begreift die Unterabtheilung Cembra, Strobus und Pseudostrobus; die andere mit 2- bis 3gliedrigen Nadelbüscheln die Unterabtheilungen Taeda (Nadelbüschel 3gliedrig), Pinaster und Pinea (Nadelbüschel 2-, sehr selten 3gliedrig). — Einzig bei P. Canariensis (bisweilen auch bei P. Pinea) stehen die Nadelzweiglein nicht, wie bei den übrigen Kieferarten, in den Achseln von Schuppenblättern, sondern in den Achseln von etwas anders gefärbten Nadelblättern.

1) Lestiboudois a. a. O. p. 27. Pl. II. Fig. 18—22.

2) Duchartre a. a. O. Pl. IX. Fig. 50 u. 51.

Die Zahl der auf einem Querschnitte sichtbaren Fibrovasalstränge ist eine sehr wechselnde. Die geringste Anzahl zeigen nach den von mir untersuchten Sprossen folgende Arten: Pinus montana var. uncinata (im Mittel 16), P. Montezumae (12—20), P. montana var. Pumilio (18—20), P. silvestris (16—22; ebenso Stebler), P. excelsa (18—22). Eine höhere Anzahl schon lassen erkennen P. Cembra (20—22), P. Jeffreyi (25), P. Canariensis (20—28), P. Strobus (26—28), P. Pinea (26—28); die höchste Anzahl aber geben P. Pallasiana (24—34), P. Laricio (bis 35), P. Austriaca (bis 47). — Dadurch, dass bei den meisten Pinus-Arten (mit Ausnahme von P. Laricio und P. Austriaca sämmtliche untersuchten Exemplare) jede herabsteigende Blattspur mit je dem 8'unteren Gefässbündel vereintläufig zu werden pflegt, sich aber noch einige Internodien weiter herab, als es bei den früher besprochenen Coniferen der Fall ist, verfolgen lässt, wird das von Lestiboudois[1]) für die Reihenfolge der Stränge in der Richtung der aufsteigenden Spirale gegebene Schema in Etwas gestört. Es kommt nämlich auf diese Weise das Bündel 21 z. B. auf die kathodische Seite von 0 zu liegen, während, wenn jeder herabsteigende Fibrovasalstrang mit je dem 13'unteren Bündel verschmelzen würde, das genannte Bündel auf die anodische Seite von 0 zu stehen käme, sowie es ja auch bei P. Laricio und P. Austriaca wirklich der Fall ist.

In allem Uebrigen findet sich vollständige Analogie mit den früher besprochenen Coniferen. Setzt sich die herabsteigende Blattspur an je den 8'unteren Strang an, wie es bei C. Cembra, P. excelsa, P. Strobus, P. Montezumae, P. Canariensis, P. Jeffreyi, P. montana var. uncinata und var. Pumilio, P. silvestris, P. Pallasiana und P. Pinea der Fall ist, so geschieht dies in kathodischer Richtung. Wird aber die herabsteigende Blattspur, wie es bei P. Laricio und P. Austriaca stattfindet, mit je dem 13'unteren Bündel vereintläufig, so geht dies dagegen in anodischer Richtung vor sich.

Während die Blattspur der Schuppenblätter für immer einsträngig erscheinen, spalten sich dagegen die Blattspuren der Nadelblätter im Blatte selbst gemeiniglich in 2 deutlich getrennte, neben einander herlaufende Fibrovasalstränge, wie ja die Nadelblattspuren auch selbst in den Kurztriebaxen meistentheils aus dem Verschmelzen mehrerer Stränge zu entstehen scheinen.

---

1) Lestiboudois, Ann. d. Sc. Nat. III. Série. Tome X. p. 82 u. 83.

Aus den von Lestiboudois[1]) und Duchartre[2]) geführten Untersuchungen und noch deutlicher aus den Beobachtungen von Cramer[3]) geht hervor, dass die Zahl der Cotyledonen bei den meisten Arten eine ziemlich schwankende ist und dass, obgleich in jedes Cotyledonarblatt je ein Strang eintritt, doch auf den etwas unterhalb des Cotyledonarknotens geführten Querschnitten die Symmetrie in der gegenseitigen Stellung und Grösse der Stränge durch das öfters sehr unregelmässige Zusammentreten und Verschmelzen der Gefässbündel gestört wird. Bei anderen Pflanzenfamilien wird, wie die Untersuchungen von Duchartre[4]) zeigen, der oder jener Cotyledon bisweilen durch Zufälligkeiten (accidentellement) in 2 Theile gespalten; bei einigen Arten sind dagegen die Cotyledonarblätter schon normal 2spaltig, wie bei Dombeya Cavan., Xeropetalum Delile, Amsinckia Lehm. u. s. w.; bei anderen Arten sind dieselben sogar 3- bis vielspaltig, wie bei Canarium L., Agatophyllum Juss. und vielleicht auch bei Lepidium sativum L.[5]). Ja Duchartre[6]) nimmt sogar an, dass die in einem Quirl stehenden, in grösserer Anzahl[7]) vorhandenen Cotyledonarblätter vieler Coniferen ursprünglich nur 2 gegenüberstehenden Cotyledonen entsprechen, deren Lappen nur sehr tief gespalten. Als zu diesen Coniferen gehörend führt er auf die Gattungen: Taxodium L. C. Rich., Abies Tourn., Pinus Tourn., Larix Tourn. Cupressus Tourn., Thuja L., Juniperus L., Frenela Mirb. und Araucaria Juss.

§. 3. Araucarieae.

Araucaria A. Rich.

Tribus I. Colymbea Endl.

A. Brasiliensis A. Rich. (Colymbea angustifolia Bertol.)[8]). Die langlanzettlichen, stachelspitzigen, breit herablaufenden Blätter der Brasilianischen Araucarie stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Blattstellung ist $^5/_{13}$ bis $^8/_{21}$.

---

1) Lestiboudois a. a. O. p. 27—29.

2) Duchartre, Ann. d. Sc. Nat.. Sér. III. Tome X.

3) Cramer, Mscr.

4) Duchartre a. a. O. p. 210 u. f.

5) nach Duchartre a. a. O. p. 223.

6) Duchartre a. a. O. p. 227 u. f.

7) Duchartre (a. a. O. p. 224) hat Quirle beobachtet, welche aus 3 bis 14 Cotyledonen zusammengesetzt waren.

8) Endlicher a. a. O. p. 185. — Carrière a. a. O. p. 415. — Courtin a. a. O. p. 94.

Ein Querschnitt durch einen Spross lässt 21 bis 26 Fibrovasalstränge unterscheiden. Dabei stehen die Blattspuren in einer Reihenfolge, welche vielfach von dem gewöhnlichen Schema abweicht. Zur besseren Vergleichung will ich die beiden Schemata über einander stellen. In der ersten Zeile findet sich die bei den bisher besprochenen Arten (selbst Pinus mit eingerechnet) befolgte Ordnung, soweit sie überhaupt zur Vergleichung nöthig ist; in der zweiten Zeile die Reihenfolge, in welcher die Fibrovasalstränge bei A. Brasiliensis sich finden. Beide Reihen sind in der Richtung der aufsteigenden Spirale angeordnet.

Frühere Arten:

0, 8, 16, 3, 11, 19, 6, 14, 1, 9, 17, 4, 12, 20, 7, 15, 2, 10, 18, 5, 13, 0.

A. Brasiliensis:

0, 18, 13, 8, 3, 16, 11, 6, 1, 19, 14, 9, 4, 17, 12, 7, 2, 20, 15, 10, 5, 0.

Man sieht aus dieser Uebersicht, dass nur die 3 zunächst austretenden Blattspuren 0, 1 u. 2 in beiden Schematen genau über einander stehen. Dabei ist die Vertheilung der Bündel etwas unterhalb der Terminalknospe etwa folgende: In anodischer Richtung folgt auf den Ausgangsstrang 0 das Strangpaar 18 und 13, das isolirte Bündel 8, Blattspur 3, Strangpaar 16 u. 11, das isolirte Bündel 6, Blattspur 1, Strangpaar 19 u. 14, das allein stehende Bündel 9, Blattspur 4, Strangpaar 17 u. 12, das isolirte Bündel 7, Blattspur 2, und endlich zwischen 2 und 0 die Bündelgruppe 20, 15 u. 10 und Blattspur 5. Dabei sind die 3 Blattspuren 0, 1 u. 2 aus dem Gefässbündelkranze schon so weit herausgetreten, dass eine Gerade vom Mittelpunkte des Querschnitts nach 0 gezogen durch Blattspur 5 gehen würde, dass die nach 1 gezogene Gerade zwischen 19 u. 14 hindurch sich ziehen, dass endlich die nach 2 gezogene Gerade das Bündel 20 oder auch 15 durchschneiden würde.

Nach Austritt von 0 wird auf einem der zunächst folgenden Querschnitte 10 frei, indem das Strangpaar 15 u. 20 in kathodischer Richtung von 10 sich hinwegbewegt. Das abgegangene Bündel 0 aber wird ersetzt, indem auf der kathodischen Seite von 16 Bündel 21 sichtbar wird. Doch sind nicht in allen Fällen die einzelnen Blattspuren so tief herunter isolirt, wie es bei dem zur Norm angenommenen Querschnitte der Fall war, sondern öfters ist auf dem oder jenem Schnitt Blattspur 7 z. B. mit dem Strangpaare 12 u. 17 schon nebenläufig geworden, während allerdings in den meisten Fällen die Bündel wenigstens bis Nummer 9 isolirt auftreten.

Auf der kathodischen Seite der ausgetretenen Blattspur liegt im

Schema für den Längsverlauf der Stränge das 13ᵗ obere Bündel, auf der anodischen das 5ᵗ obere. Zur Schlingenbildung kam es jedoch bei den untersuchten Sprossen nicht.

Die einzelne Blattspur steigt ziemlich weit, 7 bis 10 Internodien hindurch, vollständig frei herab. Sie biegt zuletzt über dem 5ᵗ unteren Strang kathodisch etwas aus, legt sich an den nämlichen Strang ungefähr im 12ᵗ- bis 14ᵗ unteren Internodium in anodischer Richtung an und wird mit demselben durchschnittlich im 21ˢᵗ unteren Internodium vereintläufig. — Dadurch, dass die herabsteigende Blattspur schon mit je dem 5ᵗ unteren Gefässbündel vereintläufig wird, während sie noch eine grössere Anzahl von Internodien hindurch deutlich erkennbar heruntersteigt, wird die scheinbare Unregelmässigkeit in der Reihenfolge der Stränge hervorgerufen. Ein ähnliches Verhalten zeigten schon die meisten Pinus-Arten, bei welchen die an den 8ᵗ unteren Strang sich anlegende Blattspur ebenfalls noch eine grössere Anzahl von Internodien, als bei den früher besprochenen Coniferengattungen, heruntersteigt. Doch war hier die Abweichung von dem gewöhnlichen Schema nicht so auffallend, als bei A. Brasiliensis, da nur eine kleinere Anzahl von Strängen aus ihrer gewöhnlichen Stellung herausrückte. (Vergl. das bei Pinus Cembra und bei der Uebersicht über die Gattung Pinus Mitgetheilte.)

Sehr bald nach Austritt einer Blattspur aus dem Gefässbündelkranze bemerkt man anstatt der ursprünglich einsträngigen Blattspur jetzt 3 Fibrovasalstränge und wenig später wird diese Anzahl noch um 2 vermehrt. Bei 3 Strängen legen sich die 2 seitlichen nach der Mitte des Stengels zu an den mittleren an; bei 5 Strängen stehen die 2 äussersten mit den 2 dem Medianstrang benachbarten Strängen in Verbindung. Ein Querschnitt durch ein Blatt, da, wo es am breitesten ist, zeigt 5 isolirte Fibrovasalstränge, von welchen der mittelste der stärkste ist; zwischen je 2 Strängen findet sich ein Harzgang. — Nach Schacht[1]) kann ein Blattquerschnitt sogar 9 Gefässbündel aufweisen.

Tribus II. Eutacta Endl.

A. Bidwilli Hook.[2]). Die breit lanzettlichen, dicken, glänzenden, mit starkem Stachel versehenen Blätter stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Blattstellung ist $^5/_{13}$ oder höher.

1) Schacht, Anat. und Phys. Bd. II. p. 102. Fig. 132. E.

2) Endlicher a. a. O. p. 187. — Carrière a. a. O. p. 418. — Courtin a. a. O. p. 96.

Ein Querschnitt durch einen Spross lässt 14 bis 17 Fibrovasalstränge unterscheiden. Die Blattspuren eines 14strängigen Sprosses waren in der Richtung der aufsteigenden Spirale in der Reihenfolge:

0, 13, 8, 3, 11, 6, 1, 9, 4, 12, 7, 2, 10, 5, 0 (vgl. Taf. IX. Fig. 5),

diejenigen eines 17strängigen Sprosses dagegen in der Reihenfolge:

0, 8, 16, 3, 11, 6, 14, 1, 9, 4, 12, 7, 15, 2, 10, 5, 13, 0

angeordnet. Dass bei der einen Reihe Bündel 13 z. B. sich auf der anodischen Seite von 0, bei der anderen auf der kathodischen vorfindet, wird durch das in anodischer (an den 5'unteren Strang) oder in kathodischer (an den 8'unteren Strang) Richtung erfolgende Anlegen der herabsteigenden Blattspuren an ihren Vereinigungsstrang (siehe hierüber später) hervorgerufen. — Die Vertheilung der einzelnen Fibrovasalstränge ist dabei im ersten (14strängigen) Sprosse folgende: Auf den Ausgangsstrang 0 folgt in anodischer Richtung Strangpaar 13 u. 8, Blattspur 3, Strangpaar 11 u. 6, Blattspur 1, Strangpaar 9 u. 4, Strangpaar 12 u. 7, Blattspur 2 und endlich Strangpaar 10 u. 5.

Nach Austritt von 0 wird auf einem der nächstoberen Querschnitte Blattspur 4 isolirt, indem der Strang 9 und mit demselben das auf dessen kathodischer Seite sichtbar werdende Bündel 14 sich in kathodischer Richtung von 4 hinwegbewegt. Der abgegangene Strang 0 wird durch das genannte Bündel 14 ersetzt.

Die Vertheilung der einzelnen Blattspuren im zweiten (17strängigen) Sprosse ist folgende: Auf den Ausgangsstrang 0 folgen in anodischer Richtung die 3 Strangpaare 8 u. 16, 3 u. 11 (3 u. 11 sind bisweilen schon von einander isolirt), 6 u. 14, dann Blattspur 1, das allein stehende Bündel 9, die 2 Strangpaare 4 u. 12, 7 u. 15, Blattspur 2, das allein stehende Bündel 10 und endlich zwischen 10 und 0 das Strangpaar 5 u. 13.

Nach Austritt von 0 wird hier auf einem der nächstoberen Querschnitte Blattspur 3 isolirt, indem Bündel 11 in anodischer Richtung von 3 sich hinwegbewegt. Für das abgegangene Bündel 0 tritt dann auf der kathodischen Seite von 9 der Strang 17 auf.

Auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur liegt im Schema für den Längsverlauf der Stränge beim 14strängigen Spross das 10'- und 5'obere Bündel, auf der anodischen das 13'- und 8'-obere. — Im 17strängigen Spross dagegen findet sich auf der kathodischen Seite das 5'- und 13'obere, auf der anodischen aber das 8'- und 16'obere Bündel. — In beiden Fällen kam eine eigentliche Schlingenbildung nicht zu Stande.

Eine Blattspur steigt 3 bis 4 Internodien weit vollständig frei herab, biegt im 14strängigen Spross in kathodischer Richtung über je dem 5'unteren Gefässbündel aus, legt sich ungefähr im 10'unteren Internodium in anodischer Richtung an die nämliche Blattspur an und wird mit derselben durchschnittlich im 14'unteren Internodium vereintläufig. — Im 17-strängigen Spross dagegen biegt die herabsteigende Blattspur über je dem 8'unteren Strang anodisch aus, legt sich ungefähr im 11'unteren Internodium in kathodischer Richtung an den nämlichen Strang an und verschmilzt durchschnittlich im 17'unteren Internodium mit demselben.

Sobald eine Blattspur aus dem Kranze der Fibrovasalstränge herausgetreten ist, finden sich an Stelle der ursprünglichen einsträngigen Blattspur sehr frühzeitig 3 oder 5 Fibrovasalstränge (vgl. Taf. IX. Fig. 5. Blattspur 0). Auf einem Querschnitte durch die breiteste Stelle eines Blattes sind deren sogar 7 zu unterscheiden. Zwischen je 2 Bündeln tritt ein Harzgang auf. Die zu äusserst gelegenen Stränge legen sich weiter unten an die zunächst nach innen befindlichen Stränge, die den Medianstrang einfassenden Bündel an letzteren selbst an (vergl. Taf. IX. Fig. 5. Die Vereinigungsstelle zweier Bündel bei x). Dabei ist der Zwischenraum auf der einen Seite (im Querschnitt) öfters etwas geringer, als auf der anderen, wenn z. B. an der Basis eines Blattes der eine Strang sich früher an seinen Vereinigungsstrang anlegt, als der entsprechende andere. Die Bündel verschwinden nach der Spitze des Blattes hin nach und nach; zuerst werden die zu äusserst gelegenen Stränge vermisst; der Medianstrang ist am weitesten zu verfolgen.

A. Cunninghami Ait. (Altingia Cunninghami G. Don., Eutacta Cunninghami Link, Eutassa Cunninghami Spach)[1]). Die sehr spitzen Blätter von Cunningham's Araucaria stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Blattstellung ist $^{5}/_{13}$ oder höher.

Trotz der verhältnissmässig ziemlich hohen Blattstellung habe ich auf den Querschnitten doch nur 8—11 Fibrovasalstränge beobachtet, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale die Reihe: 0, 3, 6, 9, 1, 4, 7, 10, 2, 5, 8, 0 bilden (vergl. Taf. IX. Fig. 6). Die Vertheilung der einzelnen Stränge ist dabei folgende: Auf den Ausgangsstrang 0, welchem im Gefässbündelkranze ungefähr Bündel 7 diametral gegenüber steht, folgt (auf einem Querschnitte etwas unter-

1) Endlicher a. a. O. p. 187. — Carrière a. a. O. p. 419. — Courtin a. a. O. p. 97.

halb der Terminalknospe) die Bündelgruppe 3, 6, u. 9, darauf Blattspur 1, nun die Bündelgruppe 4, 7 u. 10, dann Blattspur 2 und endlich das Strangpaar 5 u. 8.

Nach Austritt von 0 wird auf einem der nächstoberen Querschnitte Blattspur 3 dadurch isolirt, dass das Strangpaar 6 u. 9 in anodischer Richtung von 3 sich hinwegbewegt. Der abgegangene Strang 0 endlich wird ersetzt durch den auf der anodischen Seite von 8 sichtbar werdenden 11ten Strang.

Auf der kathodischen Seite des austretenden Stranges liegt im Schema für den Längsverlauf der Stränge der 5t- und 8t obere Strang, auf der anodischen aber der 3t- und 6t obere. Eine eigentliche Schlingenbildung kam jedoch an den untersuchten Sprossen nicht zu Stande.

Eine Blattspur steigt ungefähr 3 Internodien weit vollständig frei herab, biegt zuletzt in anodischer Richtung über der 3t unteren Blattspur aus, legt sich an die nämliche Blattspur etwa im 6t unteren Internodium und zwar in kathodischer Richtung an und wird mit derselben durchschnittlich im 11t unteren Internodium vereintläufig. — A. Cunninghami liefert also dadurch, dass die herabsteigende Blattspur schon mit je dem 3t unteren Strange vereintläufig wird (wie es übrigens auch an den schwächsten Sprossen von Tsuga Canadensis der Fall war), eine neues Glied zu der Kette, welche die Erscheinungen bei dem Vereintläufigwerden der Stränge in den Zweigaxen der Coniferen bilden. Die herabsteigenden Blattspuren vereinigen sich, wie alle bis jetzt untersuchten Coniferen mit spiraliger Blattstellung bewahrheiten, in kathodischer Richtung mit je der 3t-, 8t-, 21st unteren Blattspur, in anodischer Richtung dagegen mit je dem 5t-, 13t-, 34st unteren Gefässbündel.

A. excelsa R. Br. (Dombeya excelsa Camb., Eutassa heterophylla Salisb., Eutacta excelsa Link)[1]). Die dicken, harzreichen, etwas gegen den Zweig hin gebogenen Blätter waren in einer vorwaltend linksläufigen Spirale angeordnet. Die Blattstellung war $^{8}/_{21}$ und höher.

Ein Querschnitt durch einen Spross lässt durchschnittlich etwa 33 Fibrovasalstränge unterscheiden, welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale in folgender Reihe angeordnet sind: 0, 21, 8, 29, 16, 3, 24, 11, 32, 19, 6, 27, 14, 1, 22, 9, 30, 17, 4, 25, 12, 20, 7, 28, 15, 2, 23, 10, 31, 18, 5, 26, 13, 0. Die Vertheilung der einzel-

1) Endlicher a. a. O. p. 187. — Carrière a. a. O. p. 420. — Courtin a. a. O. p. 98.

nen Fibrovasalstränge findet dabei in folgender Weise statt: Auf die Ausgangsblattspur 0 kommt zunächst die Bündelgruppe 21, 8, 29 u. 16, hierauf Blattspur 3, Bündelgruppe 24, 11, 32 u. 19, Blattspur 6, Strangpaar 27 u. 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 22, 9, 30, u. 17, Blattspur 4, Strangpaar 25 u. 12, Bündelgruppe 20, 7, 28 u. 15, Blattspur 2, Bündelgruppe 23, 10, 31 u. 18, Blattspur 5 und endlich Strangpaar 26 u. 13.

Nach Austritt von Blattspur 0 wird auf einem der nächstoberen Querschnitte Blattspur 7 isolirt, indem das Strangpaar 28 u. 15 in anodischer Richtung von 7, das Bündel 20 aber in kathodischer davon hinwegrückt. Letzteres (Bündel 20) bildet darauf mit Strangpaar 25 u. 12 und dem nun auf der anodischen Seite von 12 sichtbar werdenden Bündel 33 die viergliedrige Bündelgruppe 25, 12, 33 und 20.

Auf der kathodischen Seite der abgehenden Blattspur liegt im Schema für den Längsverlauf der Stränge das 26st- und das 13t obere Bündel, auf der anodischen das 21st- und 8t obere. An der Schlingenbildung betheiligen sich bloss das 26st- und 13t- und das mittlerweile auf der anodischen Seite des 13t oberen Stranges heruntersteigende 34st obere, sowie auf der anderen Seite das 21st obere Bündel.

Eine Blattspur steigt ungefähr 5 bis 7 Internodien weit vollständig frei herunter, biegt zuletzt in anodischer Richtung über der 21st unteren Blattspur aus, legt sich an die nämliche Blattspur und zwar in kathodischer Richtung im 28st unteren Internodium an und wird mit derselben durchschnittlich im 33st unteren Internodium vereintläufig.

A. excelsa ist auch schon von Hanstein [1]) untersucht worden.

Die Gattung Araucaria schliesst sich demnach in den hauptsächlichsten Eigenthümlichkeiten genau an die früher besprochenen Abietineen an. Die Zahl der Stränge, welche auf einem Querschnitt unterschieden werden können, ist sehr verschieden; während A. Cunninghami 8 bis 11, A. Bidwilli 14 bis 17 Stränge erkennen lassen, zeigen A. Brasiliensis 21 bis 26, A. excelsa bis 33. Dabei ist häufig die Reihenfolge der Stränge eine von der gewöhnlichen Ordnung etwas abweichende. Die herabsteigende Blattspur wird kathodisch mit je dem 3t unteren Strang vereintläufig bei A. Cunninghami, anodisch mit je dem 5t unteren bei A. Bidwilli und A.

1) Hanstein, in Pringsheim's Jahrb. Bd. I. p. 260. — Ann. d. Sc. Nat. Série IV. Tome 8. p. 22.

Brasiliensis, kathodisch mit je dem 8'unteren bei A. Bidwilli, kathodisch mit je dem 21'unteren bei A. excelsa. — In den Blättern einzelner Arten tritt auf dem Querschnitt eine (ungerade) grössere Anzahl von Fibrovasalsträngen auf, als bei den früher besprochenen Coniferen; so bei A. Brasiliensis (bis 5; nach Schacht bis 9), bei A. Bidwilli (bis 7 beobachtet). Die Fibrovasalstränge der früher geschilderten Coniferen (und ebenso von A. Cunninghami und A. excelsa) bleiben entweder einsträngig oder spalten sich höchstens in 2 neben einander herlaufende Stränge.

Dammara Rumph.

D. Australis Lamb.[1]). Während die Blätter sämmtlicher anderen untersuchten Abietineen in eine deutlich ausgeprägte Spirale gestellt sind, scheinen diejenigen der australischen oder Kauri-Fichte ursprünglich in 2zähligen Quirlen zu entstehen. Wenigstens waren bei den untersuchten Sprossen die für die dicken, lederigen, bräunlich glänzenden Blätter bestimmten Blattspuren auf Querschnitten durch die Terminalknospe und durch Stengelglieder einander immer opponirt (vergl. Taf. IX. Fig. 8 u. 9). Erst später mögen an einzelnen Internodien die ursprünglich auf gleicher oder wenigstens nahezu gleicher Höhe stehenden Blätter durch nachträgliches Wachsthum aus einander gerückt werden. Dabei scheinen Internodien mit noch auf gleicher oder nahezu gleicher Höhe stehenden Blattpaaren mit solchen, wo die Blätter des einzelnen Paares aus einander gerückt sind, in ziemlich regelmässiger Folge abzuwechseln. Die Blattpaare selbst stehen ihrerseits in einer Spirale, deren Stellung ich jedoch wegen unzureichenden Materials nicht genau ausmitteln konnte; wahrscheinlich war es $^2/_5$ oder auch $^3/_8$ Stellung.

Die Querschnitte lassen mehr oder weniger deutlich 8 bis 16 Fibrovasalstränge unterscheiden (vergl. Taf. IX. Fig. 9). Dabei sind die Bündel 0^1, 0^2, 1^1, 1^2 (die ursprünglich auf gleicher Höhe stehenden Blätter und ihre Blattspuren mögen in der Richtung der aufsteigenden Quirlspirale mit 0^1, 0^2, 1^1, 1^2 u. s. w. bezeichnet werden; — vgl. z. B. das für Cephalotaxus Fortunei auf Taf. VIII. Fig. 6 gegebene Schema) meist schon vollständig isolirt. Die dazwischen liegenden Stränge aber mehr oder weniger neben- oder vereintläufig.

In welcher Richtung und mit dem wievieltunteren Fibrovasalstrange die herabsteigenden Blattspuren vereintläufig werden, konnte

1) Endlicher a. a. O. p. 190. — Carrière a. a. O. p. 427. — Courtin a. a. O. p. 98.

ich wegen Mangels an genügendem Material nicht deutlich erkennen. Wahrscheinlich treten sie in kathodischer Richtung an je den 3[t] unteren, oder auch in anodischer Richtung an je den 2[t] unteren Strang, als an ihren Vereinigungsstrang, heran (vgl. hier Taf. VIII. Fig. 6).

Schon am Grunde eines Blattes sind auf dem Querschnitte 5 bis 9 Fibrovasalstränge zu unterscheiden; auf Querschnitten durch die Mitte eines Blattes habe ich deren sogar bis 11 beobachtet. Wenn 3 Stränge vorhanden sind, so legen sich die 2 seitlichen etwas unterhalb der Blattbasis an den Medianstrang an (d. h. da schon, wo letzterer kaum den Gefässbündelkranz des Stengels verlassen hat). Bei grösserer Strangzahl entstehen die seitlichen Bündel, wie schon bei Arten von Araucaria angegeben wurde, durch Theilung[1]) der jedesmaligen zu äusserst verlaufenden Fibrovasalstränge.

Uebersicht der Abietineen.

Bei allen untersuchten Abietineen stehen (einzig mit Ausnahme von Dammara Australis) die Blätter in einer Spirale. Bei Dammara Australis aber findet sich, wie es scheint, ein 2gliedriger Blattquirl von 2 ursprünglich genau oder fast genau auf gleicher Höhe stehenden opponirten Blättern. Diese 2gliedrigen Quirle selbst aber sind wiederum in einer Spirale angeordnet. Das ganze Verhalten von Dammara Australis würde also etwa dem bei Juniperus nana gefundenen gerade entgegengesetzt sein. Während die Blattreihen dort ursprünglich genau senkrecht über einander stehen (was freilich durch nachträgliche Stengeldrehung später nicht mehr so deutlich hervortritt), sind hier bei Dammara Australis die Blätter in einer sich um die Zweigaxe schief herumbewegenden Spirale angeordnet; während dort die Quirle in eine Spirale aufgelöst erscheinen, sind hier die Blätter wenigstens ursprünglich opponirt.

Alle anderen Abietineen besitzen spiralige Blattstellung, die Richtung der Spirale ist mehr oder weniger unbestimmt. Doch findet hierbei mit Ausnahme der Gattung Araucaria die Regel statt, dass die Seitenzweige constant eine der Richtung der Hauptzweigspirale entgegengesetzte Spiralrichtung zeigen; dass also, wenn der Hauptzweig eine rechtsläufige Spirale besitzt, der Seitenzweig seine Blätter in einer linksläufigen Spirale trägt und umgekehrt.

Die Blattstellung ist bei den Abietineen meist eine ziemlich hohe,

1) nach Schacht's Ausdrucksweise. Vergl. Schacht, Anat. und Phys. Bd. I. p. 308.

kann aber bei den einzelnen Arten bedeutenden Schwankungen unterworfen sein. Die Blattstellung bewegt sich meist zwischen $^{5}/_{13}$ und $^{13}/_{34}$. Die am wenigsten hohe Blattstellung ($^{3}/_{8}$) fand sich bei Abies Cephalonica vor und, wiewohl selten, auch bei Abies Nordmanniana und Pinus Strobus; die höchste aber ($^{21}/_{55}$ und höher) bei Pinus Pallasiana und P. Austriaca.

Während die Anzahl der auf einem Querschnitt unterscheidbaren Fibrovasalstränge eine sehr wechselnde ist, befolgen die einzelnen Stränge in der Richtung der aufsteigenden Spirale eine ganz bestimmte Ordnung. Dieselbe ist in den Hauptzügen schon von Lestiboudois[1]) aufgestellt und bei Besprechung der einzelnen Arten zu verschiedenen Malen mitgetheilt worden. Diese Ordnung nun wird bei verschiedenen Abietineen (z. B. Arten der Gattung Pinus, Araucaria Brasiliensis) scheinbar gestört, indem bei einer verhältnissmässig grossen Anzahl von auf dem Querschnitt unterscheidbaren Fibrovasalsträngen die einzelnen herabsteigenden Blattspuren sich zwar schon, anstatt an ein tieferes, an ein höher befindliches Bündel anlegen, um sich später mit ihm zu vereinigen, dafür aber dennoch eine verhältnissmässig grosse Anzahl von Internodien hindurch verfolgen lassen. So legen sich z. B. bei einer Anzahl von 20 bis 25 Fibrovasalsträngen die herabsteigenden Blattspuren an je den 13'unteren Strang an (z. B. bei Abies Cephalonica, Ab. balsamea, Larix Europaea, Cedrus Deodara), bei einzelnen Pinus-Arten aber mit der gleichen oder mit einer noch grösseren Anzahl von Bündeln werden die herabsteigenden Blattspuren schon mit je dem 8'unteren Strang vereintläufig (z. B. bei P. Cembra, P. excelsa, P. Strobus, P. Canariensis, P. Jeffreyi, P. Pallasiana, P. Pinea); ja bei Araucaria Brasiliensis (mit 21 bis 25 Strängen), bei A. Bidwilli (mit 14 Strängen) vereinigen sich die herabsteigenden Blattspuren schon mit je dem 5'unteren Strang, während z. B. bei Abies balsamea, Ab. pectinata und vielen anderen diese Vereinigung erst mit je dem 13'unteren, oder auch 8'unteren Bündel bei der gleichen Anzahl von Blattspuren stattfindet. Da nun dieses Anlegen der herabsteigenden Blattspuren je nach der Nummer des Vereinigungsstranges abwechselnd in kathodischer und anodischer Richtung erfolgt, so müssen natürlich auch die herabsteigenden Blattspuren bald auf der kathodischen, bald auf der anodischen Seite des Ausgangsstranges 0 sichtbar werden.

1) Lestiboudois a. a. O. p. 79 u. f.

Vollständig regelmässig findet dagegen das Anlegen der herabsteigenden Blattspur an ihren Vereinigungsstrang in immer ganz bestimmter (kathodischer oder anodischer) Richtung statt. Jede herabsteigende Blattspur legt sich an einen x'unteren Strang, dessen Nummer der Bruchreihe des Blattstellungsgesetzes 3, 5, 8, 13, 21, 34 u. s. w. entspricht. Dabei ist die Richtung, in welcher sich die Blattspuren an ihren Vereinigungsstrang anlegen, je nach der Nummer desselben eine wechselnde. Legt sich nämlich die herabsteigende Blattspur an je den 3'unteren Strang an (z. B. bei Tsuga Canadensis, Araucaria Cunninghami), so thut sie es in kathodischer Richtung; legt sie sich an den 5'unteren Strang an (z. B. bei Tsuga Canadensis, Pinus Montezumae, Araucaria Brasiliensis, A. Bidwilli), so geschieht dies in anodischer Richtung; legt sie sich an den 8'unteren Strang an (z. B. bei Abies Nordmanniana, Ab. pectinata nach Cramer, Ab. Pindrow, Ab. Siberica, Picea Menziesii, P. alba, Larix Europaea nach Stebler, Cedrus Libani, Pinus Cembra, P. excelsa, P. Strobus, P. Canariensis, P. Jeffreyi, P. montana var. uncinata und var. Pumilio, P. silvestris, P. Pallasiana, P. Pinea, Araucaria Bidwilli), so findet dies in kathodischer Richtung statt; legt sie sich an den 13'unteren Strang an (z. B. bei Tsuga Canadensis, Abies pectinata, Ab. Cephalonica, Ab. balsamea, Ab. Cilicica, Picea Menziesii, P. Khutrow, Larix Europaea, Cedrus Deodara, Pinus Laricio, P. Austriaca), so erfolgt dies in wiederum anodischer Richtung; legt sie sich endlich an den 21st unteren Strang an (z. B. bei Abies Pinsapo, Picea alba, P. Khutrow, Araucaria excelsa), so findet es abermals in kathodischer Richtung statt.

Die Blätter an den Langtrieben der Gattung Pinus sind (mit alleiniger Ausnahme von Pinus Canariensis) Schuppenblätter. Sie tragen, wie auch die einzeln stehenden Nadelblätter der Canarischen Kiefer, in ihren Achseln je ein Nadelzweiglein, welches an seiner Spitze mit je 2, 3 oder 5 Nadelblättern gekrönt ist. Davon sind nur die untersten sterilen Schuppenblätter und die (meist 2, 3 oder 4) obersten, in ihren Achseln wieder Langtriebe erzeugenden, Blätter ausgenommen. Jedes Nadelzweiglein (Kurztrieb) trägt an seinem Grunde 9—11 nach oben hin stetig an Grösse und Zartheit zunehmende Schuppenblätter, welche in einer Schneckenlinie angeordnet sind, deren Richtung der Spiralrichtung an den zugehörigen Langtrieben constant antidrom ist.

Fasst man nun alles Hauptsächliche in eine Tabelle zusammen,

so ergiebt sich folgende Uebersicht. Dabei giebt die erste Columne (I) die auf einem Querschnitt sichtbaren Blattspuren an; die zweite (II) die Lage der Stränge und ihre Nummern auf der kathodischen (hier linken) und auf der anodischen (hier rechten) Seite einer austretenden Blattspur 0; die dritte (III) die Nummer des x'unteren Stranges, mit welchem die herabsteigende Blattspur vereintläufig wird; die vierte (IV) das Internodium, in welchem sich ungefähr die herabsteigende Blattspur an ihren Vereinigungsstrang anlegt; die fünfte (V) die Richtung, in welcher dieses Anlegen erfolgt; die sechste (VI) endlich die durchschnittliche Zahl der Internodien, durch welche hindurch eine Blattspur verfolgt werden kann.

A. Die Blätter stehen in einer Spirale angeordnet.

I. Die Blätter (Nadelblätter) tragen sämmtlich keine Kurztriebe in ihren Achseln.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Zahl	Gegenseitige Lage	Vereinigungsstrang	Anlegen	Richtung	Sichtbar durch
Picea Khutrow .	35—46	5. 26. 13. 34. 0. 21. 42. 8. 29. 16	21st unt.	26st unt.	kathodisch	bis 46
P. alba	28—32	5. 26. 13. . 0. 21. . 8. 29. 16	21st „	28st „	„	„ 32
Araucaria excelsa	bis 33	5. 26. 13. . 0. 21. . 8. 29. 16	21st „	28st „	„	„ 33
Abies Pinsapo . .	„ 30	5. 26. 13. . 0. 21. . 8. 29. 16	21st „	27st „	„	„ 30
Ab. Cilicica . .	28—36	5. 26. 13. . 0. 21. . 8. 29. 16	13t unt.	21st „	anodisch	„ 36
Picea Menziesii .	28	5. 26. 13. . 0. 21. . 8. . 16	13t „	17t „	„	„ 28
P. Khutrow . .	22—27	5. 26. 13. . 0. 21. . 8. . 16	13t „	16t — 19t unt.	„	„ 27
Abies pectinata .	bis 25	5. . 13. . 0. 21. . 8. . 16	13t „	18t unt.	„	„ 25
Ab. Cephalonica .	20—25	5. . 13. . 0. 21. . 8. . 16	13t „	16t „	„	„ 25
Ab. balsamea . .	24	5. . 13. . 0. 21. . 8. . 16	13t „	17t „	„	„ 24
Cedrus Deodara .	20—23	5. . 13. . 0. 21. . 8. . 16	13t „	19t „	„	„ 23
Tsuga Canadensis	20—21	5. . 13. . 0. . . 8. . 16	13t „	18t „	„	„ 21
Larix Europaea .	17—21	5. . 13. . 0. . . 8. . 16	13t „	15t — 18t unt.	„	„ 21
Picea Menziesii .	25	5. . 13. . 0. 21. . 8. . 16	8t „	10t unt.	kathodisch	„ 25
Cedrus Libani . .	13—21	5. . 13. . 0. . . 8. . 16	8t „	14t „	„	„ 21
Abies Nordmanniana	bis 21	5. . 13. . 0. . . 8. . 16	8t „	16t „	„	„ 21
Ab. Sibirica . .	18	5. . 13. . 0. . . 8. . 16	8t „	12t „	„	„ 18
Ab. pectinata (Cramer) . . .	13—18	5. . 13. . 0. . . 8. . 16	8t „	9t — 13t unt.	„	„ 18
Picea excelsa . .	14—18	5. . 13. . 0. . . 8. . 16	8t „	11t unt.	„	„ 18
Araucaria Bidwilli	17	5. . 13. . 0. . . 8. . 16	8t „	11t „	„	„ 17
Abies Pindrow .	11—15	5. . 13. . 0. . . 8. . .	8t „	11t „	„	„ 15
Larix Europaea (Stebler)	12—14	5. . 13. . 0. . . 8. . .	8t „	11t „	„	„ 14
Araucaria Brasiliensis	21—26	10. 5. . . 0. 18. 13. 8. . .	5t „	12t — 14t unt.	anodisch	„ 26
Ar. Bidwilli . .	14	. 5. . . 0. . 13. 8. . .	5t „	10t „	„	„ 14
Tsuga Canadensis	12	. 5. . . 0. . . 8. . 3	5t „	9t „	„	„ 12
Araucaria Cunningh.	8—11	. 5. . 8. 0. 3	3t „	6t „	kathodisch	„ 11
Tsuga Canadensis	7	. 5. . . 0. 3	3t „	5t „	„	„ 7

II. Die Blätter tragen meist Kurztriebe (Nadelzweiglein) in ihren Achseln.

Alles Uebrige verhält sich ganz, wie bei der vorigen Art. Auch bei P. spinulosa wird die herabsteigende Blattspur mit je dem 5'unteren Strang in anodischer Richtung vereintläufig.

P. Chinensis Wall.[1]). Hanstein[2]) hat einen Querschnitt durch einen Zweig des Chinesischen Podocarpus mit 20 deutlich unterscheidbaren Fibrovasalsträngen gegeben, welche in der gewöhnlichen Reihe auf einander folgen. Nach dieser Abbildung zu urtheilen, würde P. Chinensis in den Hauptsachen ganz dem Verhalten von P. Totara und P. spinulosa entsprechen. Nur würde bei P. Chinensis wegen der grösseren Anzahl von Blattspuren jeder herabsteigende Fibrovasalstrang erst mit je dem 8'unteren Bündel in kathodischer Richtung vereintläufig werden.

P. Koraiana Siebold[3]). Die einander sehr genäherten, dicken, linearen, oberseits glänzenden, unterseits weisslichen Blätter des Koreanischen Podocarpus stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Dabei sind aber die verticalen und horizontalen Abstände der einzelnen Blätter unter einander so höchst unregelmässig, dass in den meisten Fällen die Richtung der Spirale, ja sogar die spiralige Anordnung überhaupt kaum zu erkennen ist.

Die Querschnitte durch junge Sprosse lassen durchschnittlich 16 bis 18 Fibrovasalstränge unterscheiden, doch war es mir bei dem vorliegenden Material trotz wiederholter Aufnahme der Untersuchung nicht möglich, die Gesetze des Gefässbündelverlaufs festzustellen.

P. Thunbergii Hook. (P. latifolia R. Brown)[4]). Die in ihrem ganzen Verlauf von einem breiten Nerven durchzogenen, schmal lanzettlichen Blätter standen an dem untersuchten Spross in einer linksläufigen Spirale. Die Blattstellung schwankte zwischen $^5/_{13}$ und $^8/_{21}$ oder war vielleicht noch höher.

Ein Querschnitt durch einen jungen Spross lässt im Durchschnitt 11 bis 12 Fibrovasalstränge unterscheiden, welche in der gewöhnlichen Ordnung auf einander folgen. Zuerst auf 0 kommen in ano-

1) Endlicher a. a. O. p. 215. — Carrière a. a. O. p. 457. — Courtin a. a. O. p. 139.

2) Hanstein, in Pringsheim's Jahrb. Bd. I. p. 258. Taf. XVIII. Fig. 19. — Ann. des Sc. Nat. IV. Série. Tome VIII. p. 21. Pl. 3. Fig. 19.

3) Endlicher a. a. O. p. 217. — Carrière a. a. O. p. 464. — Courtin a. a. O. p. 141.

4) Endlicher a. a. O. p. 217. — Carrière a. a. O. p. 469. — Courtin a. a. O. p. 144.



discher Richtung die vier isolirten Bündel 8, 3, 6, 1 hinter einander, hierauf Strangpaar 9 u. 4, die beiden isolirten Bündel 7, 2 und endlich Strangpaar 10 u. 5.

Nach Austritt von 0 trennen sich die beiden Blattspuren 9 u. 4 von einander; für die abgegangene Blattspur aber wird auf den nächstoberen Querschnitten auf der kathodischen Seite von 6 Bündel 11 sichtbar.

Das übrige Verhalten stimmt gänzlich mit P. Totara und P. spinulosa überein.

P. taxifolia Humb. und Bonpl. (Taxus montana Willd., Torreya Humboldtii Knight)[1]). Die dicken, breit linearen, kurzgestielten, lederigen, einander genäherten, in 2 Zeilen angeordneten Blätter standen an dem untersuchten Seitenspross des taxusblättrigen Podocarpus in einer linksläufigen Spirale angeordnet. Dabei schien bisweilen schon das 5'obere Blatt wieder senkrecht über dem Ausgangsblatte 0 zu stehen. Die Blattstellung war demnach $^2/_5$ oder auch höher. — Die Blattspur bleibt das ganze Blatt hindurch ungetheilt.

Ein Querschnitt durch einen jungen Spross lässt 14 bis 19 Fibrovasalstränge unterscheiden (vergl. Taf. IX. Fig. 10), welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale in der Reihe: 0, 8, 16, 3, 11, 6, 14, 1, 9, 17, 4, 12, 7, 15, 2, 10, 18, 5, 13, 0 auf einander folgen. Die Vertheilung ist dabei folgende: Auf den Ausgangsstrang 0 kommt in anodischer Richtung das Strangpaar 8 u. 16, Blattspur 3, Strangpaar 11 u. 6, die isolirte Blattspur 14, Blattspur 1, Bündelgruppe 9, 17, 4 u. 12, Strangpaar 7 u. 15, Blattspur 2 und endlich zwischen 2 und 0 die beiden Strangpaare 10 u. 18, 5 u. 13.

Sobald nun 0 ausgetreten ist, wird auf einem der nächstoberen Querschnitte Bündel 4 isolirt, indem das Strangpaar 9 u. 17 kathodisch, das Bündel 12 aber anodisch von 4 sich hinwegbewegt. Die Strangpaare 10 u. 18, 5 u. 13 treten ferner zu einer viergliedrigen Bündelgruppe zusammen. Für das verloren gegangene Bündel 0 endlich wird auf der anodischen Seite von 11 Blattspur 19 sichtbar.

Auf der kathodischen Seite der abgehenden Blattspur befindet sich im Schema für den Längsverlauf der Stränge je der 5'- und 13'-obere Strang, auf der anodischen dagegen je der 8'- und 16'obere. An der Schlingenbildung, welche hier wieder vollständig deutlich auftritt, betheiligen sich der 13'-, 8'- und 16'obere Strang.

Jede Blattspur steigt 4 Internodien weit vollständig frei herab,

3) Endlicher a. a. O. p. 219. — Carrière a. a. O. p. 473. — Courtin a. a. O. p. 145.

biegt zuletzt über der 8'unteren Blattspur in anodischer Richtung aus, legt sich ungefähr im 12'unteren Internodium in kathodischer Richtung an die nämliche Blattspur an und wird mit derselben durchschnittlich im 18'—19'unteren Internodium vereintläufig.

P. ferruginea Don.[1]) zeigt nach Hanstein[2]) auf Querschnitten eine noch grössere Anzahl von Fibrovasalsträngen, als P. Chinensis. Das Verhalten aber ist nach demselben im Uebrigen gänzlich analog.

Saxe-Gothaea Lindl.

S. conspicua Lindl.[3]). Die linear-lanzettlichen, etwas sichelförmig gekrümmten Blätter standen an dem untersuchten Seitenspross dieser im Jahre 1848 von Lobb in Patagonien entdeckten Species in einer linksläufigen Spirale. Die Abstände der einzelnen Blätter unter einander waren dabei ziemlich ungleich. Die Blattstellung war $^5/_{13}$ und höher.

Ein Querschnitt durch diesen jungen Seitenspross liess 8 bis 11 in der bekannten Reihenfolge gestellte Fibrovasalstränge erkennen (vergl. Taf. IX. Fig. 7). Auf das Ausgangsbündel 0 folgt in anodischer Richtung das Strangpaar 8 u. 3, dann die beiden isolirten Stränge 6, 1, und nun Strangpaar 9 u. 4, die zwei allein stehenden Blattspuren 7, 2 und endlich das Strangpaar 10 u. 5.

Sobald Strang 0 aus dem Gefässbündelkranze verschwunden ist, isoliren sich auf einem der nächstoberen Querschnitte Bündel 8 u. 3 von einander, und zugleich tritt für das abgegangene Bündel 0 auf der kathodischen Seite von 6 der Strang 11 ein. Entsprechende Veränderungen gehen auch nach Abgang von 0, 1, 2 u. s. w. vor sich.

Auf der kathodischen Seite der abgehenden Blattspur liegt das 10'- und 5'obere Bündel, auf der anodischen dagegen das 8'- und 3'obere. Eine eigentliche Schlingenbildung fand jedoch bei dem untersuchten Spross nicht statt.

Jede Blattspur steigt ungefähr 2 bis 3 Internodien weit vollständig frei herab, biegt zuletzt kathodisch über der 5'unteren Blattspur herüber, legt sich etwa im 7'unteren Internodium in anodischer Richtung an dieselbe Blattspur

1) Endlicher a. a. O. p. 220. — Carrière a. a. O. p. 475. — Courtin a. a. O. p. 145.

2) Hanstein in Pringsheim's Jahrb. Bd. I. p. 259. — Ann. d. Sc. Nat. IV. Tome 8. p. 21.

3) Carrière a. a. O. p. 481. — Courtin a. a. O. p. 150.



an und wird mit derselben durchschnittlich ungefähr im 11'unteren Internodium vereintläufig.

Uebersicht der Podocarpeen.

Die Blätter der Podocarpeen [1]) stehen an den Zweigen in einer Spirale, deren Regelmässigkeit freilich sehr häufig gestört ist. Die Richtung dieser Spirale scheint nicht bestimmt zu sein, im Ganzen aber die linksläufige Spirale vorzuherrschen. Die Blattstellung ist im Allgemeinen keine hohe; sie bewegt sich meist zwischen $^2/_5$ und $^8/_{21}$ Stellung. — Obgleich die Blätter sehr häufig dick und ziemlich breit sind, ja von aussen sogar bisweilen leicht gestreift erscheinen, wie z. B. bei Podocarpus Totara, so werden sie doch bloss von einem einzigen dicken Nerven durchzogen.

Die Fibrovasalstränge stehen auf den Querschnitten in der gewöhnlichen Reihenfolge; ihre Vertheilung ist dabei nach den Arten mehr oder weniger verschieden. Ihre Anzahl ist meist ziemlich beschränkt. Am wenigsten Stränge lassen Saxe-Gothaea conspicua (8—11), Podocarpus Totara (11—12), P. Thunbergii (11—12), P. spinulosa (12) unterscheiden; grösser ist die Zahl der Blattspuren bei P. Koraiana (16—18) und P. taxifolia (14—19); am höchsten aber nach Hanstein [2]) bei P. Chilensis und P. ferruginea (20 und mehr).

Die gegenseitige Lage der Bündel ist bei allen Arten analog. Ebenso erfolgt die Vereinigung eines herabsteigenden Bündels mit seinem Vereinigungsstrange in der bestimmten regelmässigen Weise. So wird die herabsteigende Blattspur vereintläufig mit je dem 5'unteren Strange in anodischer Richtung bei Podocarpus Totara, P. spinulosa, P. Thunbergii und Saxe-Gothaea conspicua; mit je dem 8'unteren Strange aber in kathodischer Richtung bei Podocarpus Koraiana (zwar fraglich, doch nach der auf den Querschnitten sichtbaren Anzahl von Fibrovasalsträngen zu urtheilen, sehr wahrscheinlich), bei P. taxifolia und nach den Abbildungen von Hanstein [3]) zu schliessen bei P. Chinensis und wohl auch bei P. ferruginea.

Eine kurze Tabelle mag das Hauptsächlichste noch einmal über-

---

1) Einzig die Gattung Dacrydium Soland. konnte ich nicht untersuchen. Dieselbe dürfte sich aber wohl eng hier anschliessen.

2) Hanstein in Pringsheim's Jahrb. Bd. I. p. 258. — Ann. d. Sc. Nat. IV. Sér. Tome 8. p. 21.

3) Hanstein in Pringsheim's Jahrb. Bd. I. Taf. XVIII. Fig. 19. — Ann. d. Sc. Nat. IV. Série, Tome 8, Pl. 3. Fig. 19.

sichtlich zusammenfassen. Die Bezeichnung der einzelnen Columnen ist bei der Uebersicht über die Abietineen nachzusehen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Zahl	Lage der Stränge	Vereinigungsstrang	Anlegen	Richtung	Sichtbar durch
Saxe-Gothaea conspicua	8—11	5. . 0. 8. . 3	5t untere	7t untere	anodisch	bis 11
Podocarpus Totara .	11—12	5. . 0. 8. . 3	5t „	8t „	„	„ 12
P. Thunbergii . . .	11—12	5. . 0. 8. . 3	5t „	8t „	„	„ 12
P. spinulosa . . .	12	5. . 0. 8. . 3	5t „	8t „	„	„ 12
P. Koraiana . . .	16—18	?	8t untere ?	?	kathodisch ?	„ 18
P. taxifolia	14—19	5. 13. 0. 8. 16. 3	8t „	12t untere	kathodisch	„ 19
P. Chinensis (nach Hanstein) .	20 u. mehr		8t „		„	

Aus dieser Vergleichung ersieht man deutlich, wie eng sich die Podocarpeen hinsichtlich des Gefässbündelverlaufs an die Cupressineen mit spiraliger Blattstellung und an die Abietineen (mit Ausnahme der Gattung Dammara) anschliessen. Von den Vertretern der Gattung Pinus unterscheiden sie sich durch die Form der den Langtrieben entspriessenden Blätter und durch das Fehlen der Nadelzweiglein in deren Achseln.

IV. Taxineae.

Phyllocladus L. C. Rich.

Ph. trichomanoides Don.[1]). Die schief keilförmigen, an der Spitze crenulirten Blätter (nach Carrière[2]) blattartig ausgebildete Zweige) dieser Art stehen in einer Spirale (nach Carrière[3]) bisweilen auch in Quirlen). Die Stellung ist dabei $^1/_2$, so dass das 2te obere Blatt über das Ausgangsblatt 0, das 3te über das erste zu stehen kommt u. s. w., also ganz ähnlich, wie es Hildebrandt[4]) für die Begoniaceen angegeben hat. Jedes Blatt (oder nach Carrière jeder blattartige Zweig) erhält je 3 Fibrovasalstränge aus dem Gefässbündelcylinder der Zweigaxe, welche sich häufig noch vor ihrem Austritt aus der Axe mehr oder weniger deutlich in je 2 Stränge

1) Endlicher a. a. O. p. 235. — Carrière a. a. O. p. 499. — Courtin a. a. O. p. 149.

2) Nach Carrière stehen die ächten Blätter als Schuppen an diesen blattartigen Zweigen. Doch will ich, um Missverständnisse zu vermeiden, der älteren Ansicht folgen. — Vergl. Carrière a. a. O. p. 499. Anmerkung.

3) Carrière a. a. O. p. 499.

4) Hildebrandt, Anat. Untersuch. über die Stämme der Begoniaceen.

gespalten haben. Phyllocladus trichomanoides ist die einzige Art unter den untersuchten Coniferen mit 3strängigen Blattspuren.

Auf einem Querschnitt lassen sich etwa 14 Fibrovasalstränge unterscheiden, deren Ring ein ziemlich langgestrecktes Oval darstellt. Dabei muss man 2 Hälften des Gefässbündelringes unterscheiden. Die eine Hälfte ist nur sehr leicht gewölbt; in ihr finden sich gemeiniglich 5 Fibrovasalstränge (vergl. Taf. VIII. Fig. 4 obere Hälfte). Die andere Hälfte dagegen springt ziemlich bedeutend hervor, sie birgt ungefähr 7—9 Gefässbündel (vergl. Taf. VIII. Fig. 4 untere Hälfte). Dabei lassen die zunächst austretenden mehr oder weniger deutlich eine Spaltung in 2 Bündel erkennen. Betrachtet man eine Reihe von Querschnitten (wegen der Länge der Internodien ist es hier nicht nöthig eine zusammenhängende Reihe successiver Querschnitte zu machen), so bemerkt man, dass der eine der zu der dreisträngigen Blattspur gehörigen Stränge bedeutend früher, als die beiden anderen aus dem Fibrovasalcylinder heraustritt (Taf. VIII. Fig. 4. 0^a; 1^a). Und zwar geschieht dies constant abwechselnd bald auf der rechten, bald auf der linken Seite der deutlich vorspringenden (etwa 9 Stränge aufweisenden) Hälfte der Zweigaxe (vergl. Taf. VIII. Fig. 4. 0^a, 1^a, 2^a, 3^a). Nachdem derselbe sich von den übrigen Strängen isolirt hat, biegt er nach der flacheren Hälfte des Gefässbündelcylinders seitlich etwas ab. Nun erst differenziren sich sowohl von den in der flacheren, als auch von den in der vorspringenden Hälfte der Zweigaxe liegenden Strängen je ein (Doppel-) Strang (vergl. Taf. VIII. Fig. 4. 0^b und 0β, 1^b und 1β, 2^b und 2β, 3^b und 3β). Diese beiden Stränge liegen nach aussen, indem sie sich zugleich einander nähern, und kommen so beim Austritt in das Blatt hinter den zuerst ausgetretenen Strang (x^a) ziemlich genau in der Richtung der Verzweigungsebene zu liegen (vergl. Taf. VIII. Fig. 4: die Stellung von 0^a, 0^b und 0β). Diese Vorgänge wiederholen sich abwechselnd auf der rechten und linken Seite der Zweigaxe.

Die 3 zu einer Blattspur gehörigen (Doppel-) Stränge mögen nun folgendermaassen bezeichnet werden (vergl. Taf. VIII. Fig. 3 u. 4): Der zuerst austretende Strang mit x^a, die beiden zusammen aus dem Vasalring austretenden Bündel aber mit x^b und $x\beta$, wobei der auf der in einen Winkel vorspringenden Hälfte, aus welcher auch der Strang x^a heraustritt, mit x^b, der auf der flacheren Hälfte befindliche Strang mit $x\beta$ unterschieden werden mag. Dabei bedeutet x unbestimmte Nummer der nach einander austretenden Blattspuren.

Es folgen nun auf dem Querschnitt in der Richtung der aufsteigenden Spirale die Stränge in nachstehender Ordnung auf einander: 0^b, 0^a, 0β, 2β, 4β, 3β, 1β, 1^a, 1^b, 3^a, 3^b, 4^a, 2^b, 2^a, 0^b, 0^a, 0β. Man sieht also, dass von den 14 auf einem Querschnitt gemeiniglich sichtbaren Fibrovasalsträngen (auf Taf. VIII. Fig. 4 fehlen jedoch die Stränge 4β und 4^a) die je 3 zu den Blattspuren 0 und 1 gehörigen Stränge schon unmittelbar neben einander liegen, während die zu den Blattspuren 2, 3 u. 4 gehörigen Bündel durch je die 3 Stränge einer der 2 zunächst austretenden Blattspuren (0 u. 1) getrennt sind. Dabei liegen auf der einen Seite 2 zu einer Blattspur gehörige Stränge neben einander, während auf der anderen ein isolirter Strang auftritt. Die zwei Stränge 4^a und 4^b sind meist noch mit einander verschmolzen (vergl. Taf. VIII. Fig. 3).

Der zuerst austretende Strang x^a (vergl. Taf. VIII. Fig. 3; derselbe ist im Längsschema da, wo er aus dem Gefässbündelring heraustritt, wie auch die übrigen Stränge, dunkler gezeichnet) steigt ungefähr 2 Internodien hindurch vollständig frei herab, *legt sich dann an einen gleichzählenden Strang* x^b *an* und verschmilzt mit demselben etwa im 4^t unteren Internodium. Die Stränge x^b und $x\beta$, welche beim Austritt in das Blatt convergirend sich einander nähern, divergiren nach unten hin und *legen sich dabei ein jeder an den 2^t unteren, ihm zunächst liegenden Strang an*, so dass die mit römischen und die mit griechischen Buchstaben bezeichneten Stränge mit einander vereintläufig werden. Dabei ist die Richtung, in welcher sich jeder der beiden (gleichzählenden) Stränge x^b und $x\beta$ an seinen Vereinigungsstrang anlegt, *einander antidrom*. Sie werden ungefähr im 4^t- oder auch im 5^t unteren Internodium mit ihrem Vereinigungsstrang vereintläufig. Wird nun der Einzelstrang 0^a der Blattspur 0 (und mit ihm demnach auch 0^b) *in kathodischer Richtung* mit seinem Vereinigungsstrang vereintläufig, so findet die Verschmelzung bei 1^a und 1^b *in anodischer Richtung* statt und so fort in abwechselnder Folge. Die Verschmelzungsrichtung der mit $x\beta$ bezeichneten Stränge ist derjenigen der beiden anderen zur gleichen Blattspur gehörenden Stränge *immer entgegengesetzt*.

Man könnte in Hinsicht auf die stets wechselnde Verschmelzungsrichtung auch einen Wechsel in der Richtung der Spirale annehmen, so wie es *Hildebrandt*[1]) auch für die Begoniaceen angegeben hat.

1) Hildebrandt a. a. O.

Salisburia Smith.

S. adiantifolia Smith (Ginkgo biloba L.)[1]). Die fächerförmigen, etwas gelappten, lederigen, dicken, langgestielten, abfälligen Blätter der Frauenhaarbaums standen an dem von mir untersuchten Zweige in einer linksläufigen Spirale. Die Blattstellung war $^2/_5$ bis $^3/_8$. Nach Nägeli[2]) ist das Stellungsverhältniss in der Terminalknospe $^3/_8$ bis $^5/_{13}$. — Jedes Fibrovasalbündel spaltet sich kurze Zeit vor seinem Austritt aus dem Gefässbündelring in je 2 Stränge. Die Blattspur ist demnach zweisträngig. Jeder dieser Stränge theilt sich dann innerhalb des Blattes zu wiederholten Malen dichotomisch[3]).

Auf einem Querschnitt durch die Axe eines ziemlich kräftigen Zweiges (vergl. Taf. VIII. Fig. 2) fand ich 9 bis 15 Fibrovasalstränge vor, von welchen jedoch 2 bis 3 Paare der am weitesten vorspringenden Bündel nur je einer Blattspur angehören (Taf. VIII. Fig. 2: die beiden Blattspuren 0 u. 1). Während zunächst der Terminalknospe die Stränge in etwas geringerer Anzahl vorhanden, aber dabei deutlich getrennt sind (auch bei den 2 Blattspursträngen)[4]), finden sie sich etwas unterhalb derselben in etwas grösserer Zahl und mehr oder weniger mit einander verschmolzen. Die Blattspuren folgen in der Richtung der aufsteigenden Spirale constant in der Reihe: 0, 8, 3, 6, 1, 4, 7, 2, 5, 0 auf einander. Dabei finden sich die Stränge etwas unterhalb der Terminalknospe folgendermaassen vertheilt: Auf die 2 getrennten Stränge der Blattspur 0 folgt die Bündelgruppe 8, 3 u. 6, darauf die 2 getrenntläufigen oder auch noch nebenläufigen Stränge der Blattspur 1, nun Strangpaar 4 u. 7, Blattspur 2 (welche oft schon 2 Stränge deutlich unterscheiden lässt) und endlich Bündel 5.

Nach Abgang von 0 isolirt sich auf einem der nächstoberen Querschnitte Blattspur 3, indem 6 in anodischer Richtung von 3 sich hinwegbewegt, Bündel 8 aber kathodisch nach 5 hinüberbiegt, um 2 Internodien oberhalb etwa über der ausgetretenen Blattspur 0 mit 5 und dem mittlerweile auf der kathodischen Seite von 5 auftretenden Blattspur 10 zu einer dreigliedrigen Bündelgruppe zusammenzu-

1) Endlicher a. a. O. p. 237. — Carrière a. a. O. p. 503. — Courtin a. a. O. p. 149.

2) Nägeli, Beitr. zur wiss. Bot. Heft I. p. 59.

3) Nägeli a. a. O. p. 60.

4) Nägeli a. a. O. p. 59. Taf. I. Fig. 6 u. 7.

treten. Für 0 erscheint auf der kathodischen Seite von 4 Bündel 9. Blattspur 2 lässt, wenn sie sich nicht schon früher gespalten hatte, jetzt deutlich eine Trennung in 2 Stränge erkennen.

Auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur befindet sich im Schema für den Längsverlauf der Stränge (vergl. Taf. VIII. Fig. 1) stets der 5^t obere, auf der anodischen aber der 8^t- und 3^t obere Strang. An der Schlingenbildung betheiligen sich bloss die beiden zuerst genannten Bündel.

Jede Blattspur steigt ungefähr 3 bis 4 Internodien weit vollständig frei herab (vergl. Taf. VIII. Fig. 1). Dabei ist sie 1 bis 3 Internodien hindurch deutlich in 2 Stränge gespalten. Die Spaltung ist um so deutlicher, je eher die bezügliche Blattspur aus dem Holzcylinder heraustreten wird. Die herabsteigende Blattspur biegt sich kathodisch über der 5^t unteren Blattspur herüber, läuft etwa 2 Internodien hindurch neben der 3^t unteren und zwar auf deren anodischer Seite her, biegt zuletzt anodisch über der 8^t unteren Blattspur ab und legt sich in ebenfalls anodischer Richtung etwa im 8^t unteren Internodium an die 5^t untere Blattspur an. Mit dieser wird sie durchschnittlich im 9^t- bis 11^t unteren Internodium vereintläufig.

S. adiantifolia zeigt demnach hinsichtlich seines Gefässbündelverlaufs die grösste Uebereinstimmung mit den übrigen Coniferen mit spiraliger Blattstellung. Nur die zweisträngigen Blattspuren bedingen einen wichtigen Unterschied. — Lestiboudois [1]) stellt die Vermuthung auf, dass auch in die Cotyledonarblätter von S. adiantifolia je 2 Stränge eintreten.

Cephalotaxus Sieb. und Zucc.

C. Fortunei Hook. [2]). Die sichelförmigen, etwas zurückgebogenen, meist spitzlichen Blätter des von Fortune im nördlichen China aufgefundenen Eibenbaums stehen in 2 Reihen an den Zweigen vertheilt. Am Grunde des jungen Triebes findet sich eine Anzahl schuppenförmiger nach und nach in die Laubblätter übergehender Gebilde. Die Abstände zwischen den einzelnen Blättern sind sehr wechselnd. Die Blattspuren bleiben auch im Blatte ungetheilt.

Die Anzahl der auf einem Querschnitt sichtbaren Stränge ist verschieden. Ein stärkerer Spross hatte deren z. B. 22, ein schwächerer dagegen nur 10 aufzuweisen. Wenn schon bei Dammara Au-

1) Lestiboudois a. a. O. p. 29.

2) Carrière a. a. O. p. 509. — Courtin a. a. O. p. 132.



stralis die Combination des Quirls mit der Spirale mehr oder weniger deutlich hervortritt, so ist dies noch schöner bei C. Fortunei der Fall. Querschnitte durch die Terminalknospe zeigen unzweifelhaft 2 gegenüberstehende, auf gleicher Höhe befindliche Blätter. Ebenso lassen die Querschnitte etwas unterhalb der Terminalknospe eines jungen Triebes erkennen, wie die 2 zunächst austretenden Blattspuren nicht allein sich genau opponirt sind, sondern wie sie auch gleich weit aus dem Gefässbündelkranze herausgetreten sind (vgl. Taf. VIII. Fig. 7). Die Erscheinung, dass nachträglich die Blätter scheinbar in einer allerdings sehr unregelmässigen Spirale angeordnet sind, muss auf spätere Wachsthumsvorgänge geschoben werden.

Die Folge der Fibrovasalstränge ist bei Cephalotaxus Fortunei, trotz der Combination des Quirls mit der Spirale, oder wenn man will, trotz der Combination zweier Spiralen den früher bei der einfachen Spirale gefundenen Verhältnissen ganz analog. Dabei will ich in der zu gebenden Reihenfolge die Glieder der ersten Spirale mit x^1, die der zweiten mit x^2 bezeichnen (vergl. Taf. VIII. Fig. 6). Sie standen nun im schwächeren, 10strängigen Spross in der Richtung der aufsteigenden Spirale in nachstehender Ordnung (vergl. Taf. VIII. Fig. 6): 0^1, 3^1, 1^1, 4^1, 2^1, 0^2, 3^2, 1^2, 4^2, 2^2, 0^1. — In dem stärkeren (22strängigen) Spross war die Folge: 0^1, 8^1, 3^1, 6^1, 1^1, 9^1, 4^1, 7^1, 2^1, 10^1, 5^1, 0^2, 8^2, 3^2, 6^2, 1^2, 9^2, 4^2, 7^2, 2^2, 10^2, 5^2, 0^1.

Dabei war die Vertheilung im ersten Falle: Auf 0^1 folgte Bündelgruppe 3^1, 1^1 u. 4^1 (häufig noch nicht vollständig zusammengetreten), dann der isolirte Strang 2^1, Blattspur 0^2, Bündelgruppe 3^2, 1^2 u. 4^2, zuletzt der isolirte Strang 2^2. — Nach Austritt von 0^1 und 0^2 werden die Blattspuren 1^1 und 1^2 isolirt, indem 3^1 und 3^2 in kathodischer Richtung herüber, 4^1 aber und 4^2 in anodischer hinüber biegen. Auf der anodischen Seite von 2^1 wird mittlerer Weile 5^1, auf der von 2^2 aber 5^2 sichtbar. Die Stränge 4^1, 2^1 u. 5^1, und ihrerseits auch 4^2, 2^2 und 5^2 treten nun zu einer je dreigliedrigen Bündelgruppe zusammen. Doch unterbleibt dieses Zusammentreten auch sehr häufig.

Die Vertheilung der Stränge im stärkeren (22strängigen) Sprosse war in der Richtung der aufsteigenden Spirale die folgende: Auf 0^1 kam die Bündelgruppe 8^1, 3^1 u. 6^1, Blattspur 1^1 und dann die drei Strangpaare 9^1 u. 4^1, 7^1 u. 2^1, 10^1 u. 5^1 hinter einander, nun Blattspur 0^2, Bündelgruppe 8^2, 3^2 u. 6^2, Blattspur 1^2 und die drei Strangpaare 9^2 u. 4^2, 7^2 u. 2^2, 10^2 u. 5^2. — Nach Austritt der Blattspuren 0^1 u. 0^2 werden die Stränge 2^1 u. 2^2 isolirt, indem die Stränge

7^1 u. 7^2 sich in kathodischer Richtung von ihnen entfernen und mit den Strangpaaren 9^1 u. 4^1, 9^2 u. 4^2 zu zwei je dreigliedrigen Bündelgruppen zusammenfliessen. Für die 2 abgegangenen Blattspuren 0^1 u. 0^2 treten auf der kathodischen Seite der Stränge 6^1 uud 6^2 die beiden Stränge 11^1 und 11^2 ein.

Im 10strängigen Spross liegen im Schema für den Längsverlauf der Stränge auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspuren 0^1 und 0^2 je die 2ᵗ- und 5ᵗobere der anderen Spirale (die 5ᵗobere wird sofort nach Austritt der Blattspur sichtbar), auf der anodischen je die 3ᵗobere Blattspur der gleichen Spirale. An der Schlingenbildung (wenn dieselbe überhaupt zu Stande kommt) betheiligen sich der 5ᵗobere Strang der anderen, der 3ᵗobere der gleichen Spirale (vergl. Taf. VIII. Fig. 6). — Im 22strängigen Triebe finden sich auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspuren 0^1 und 0^2 je die 10ᵗ- und 5ᵗobere der anderen Spirale, auf der anodischen dagegen die 8ᵗ- und 3ᵗobere Blattspur der gleichen Spirale. An der Schlingenbildung betheiligen sich hier bloss der 8ᵗ- und der kurz nach Austritt der Blattspuren 0^1 und 0^2 sichtbar werdende 13ᵗobere Strang der gleichen Spirale, der 5ᵗ- und 10ᵗobere der anderen.

Im 10strängigen Sprosse (vergl. Taf. VIII. Fig. 6) steigt eine Blattspur etwa bis 3 Internodien weit herunter, **biegt zuletzt über der 3ᵗunteren Blattspur der gleichen Spirale anodisch ab und legt sich nun im 4ᵗunteren Internodium an die nämliche Blattspur in kathodischer Richtung an**, um etwa im 5ᵗunteren Internodium vollständig mit ihr zu verschmelzen. — Im 22strängigen Spross steigt die Blattspur 2 bis 3 Internodien weit vollständig frei herunter, **biegt zuletzt kathodisch über der 5ᵗunteren Blattspur der gleichen Spirale aus, legt sich ungefähr im 7ᵗunteren Internodium an die nämliche Blattspur in anodischer Richtung an** und wird durchschnittlich im 11ᵗunteren Internodium mit derselben vereintläufig.

Das Verhalten jeder einzelnen Spirale stimmt also bei C. Fortunei vollständig mit denjenigen Coniferen überein, welche nur eine einzige Blattspirale aufzuweisen haben. Jede dieser 2 Spiralen windet sich für sich in einer sehr langgezogenen Schneckenlinie um die Stengelaxe herum; sie bilden 2 neben und zugleich über einander herlaufende Spiralen. — Die Combination der 2 Spiralen (oder, wenn man will, des 2gliedrigen Quirls und der Spirale) tritt hier noch viel deutlicher hervor, als bei Dammara Australis. Von letzterem unterscheidet sich C. Fortunei noch ausserdem durch die einsträngig blei-

beiden Blattspuren. Dammara Australis schliesst sich in letzterer Hinsicht an die mit mehrsträngigen Blättern versehenen Araucarien (A. Brasiliensis, A. Bidwilli) an.

Torreya Arnitt.

T. grandis Fortune[1]). Die Blätter dieser erst neuerdings von Fortune in China entdeckten Species standen an dem untersuchten Spross in einer scheinbar rechtsdrehenden Spirale. Doch trat hier derselbe Fall, wie bei Cephalotaxus Fortunei ein. Die Anlage der Blätter folgt ursprünglich (wie schon auf Querschnitten durch die Zweigaxe und noch mehr durch die Terminalknospe hervorgeht), einer Combination zweier Spiralen. Die später scheinbar eintretende, freilich sehr unregelmässige Spirale wird durch nachträgliche Wachsthumserscheinungen hervorgerufen.

Auf den Querschnitten lassen sich 10 bis 16 Fibrovasalstränge unterscheiden (vergl. Taf. VIII. Fig. 8), welche in der Richtung der aufsteigenden Spirale ganz dieselbe Anordnung zeigen, als die schwächeren Zweige von Cephalotaxus Fortunei. Auch hinsichtlich des übrigen Verhaltens verweise ich auf diese Art.

Taxus Tourn.

T. baccata L.[2]). Die oberseits dunkelgrünen, glänzenden, unterseits etwas bleichen, oft zweireihig gestellten Blätter des gemeinen Eibenbaumes stehen in einer rechts- oder linksläufigen Spirale. Die Blattstellung schwankt, wie schon Hanstein[3]) und A. B. Frank[4]) angegeben haben, zwischen 3/8 und 5/13. Dabei scheint nach meinen Beobachtungen bei 3/8 Stellung die Blattspirale meist linksläufig, bei 5/13 Stellung aber meist rechtsläufig zu sein.

Die Anzahl der auf einem Stengelquerschnitte sichtbaren Fibrovasalstränge wechselt meist zwischen 13 und 21. Kräftigere Zweige haben mehr, schwächere weniger Blattspuren aufzuweisen[5]). Die Reihenfolge ist [illegible] z. B. an einem 14strängigen Spross (vergl. Taf. VIII. Fig. 5) in der Richtung der aufsteigenden Spirale: 6. 4. 3. 11.

1) [illegible] a. a. O. p. [illegible]

2) Endlicher a. a. O. p. 242. — [illegible] a. a. O. p. [illegible] — [illegible] a. a. O. p. [illegible]

3) Hanstein, in Pringsheim's Jahrb. Bd. [illegible] p. 248 — Ann. d. sc. nat. bot. [illegible]

4) A. B. Frank, in Bot. Zeit. 1864. Nr. 22 p. 150 u. f.

5) Vergl. Hanstein in Pringsheim's Jahrb. Bd. I. p. 254 — Ann. d. sc. nat. Bot. [illegible] p. 18. 20. 21. — A. B. Frank a. a. O. p. 150 u. f.

6, 1, 9, 4, 12, 7, 2, 10, 5, 13, 0. Die Vertheilung ist dabei folgende: Auf 0 folgt die isolirte Blattspur 8, dann Blattspur 3, Strangpaar 11 u. 6, Blattspur 1, Bündelgruppe 9, 4 u. 12 (9 nur noch sehr locker verbunden), die isolirten Stränge 7, 2, und zuletzt Bündelgruppe 10, 5 u. 13. Nach der grösseren oder kleineren Anzahl der Stränge, so wie sie auf einem Querschnitt sichtbar ist, und ebenso in den verschiedenen Regionen ein und desselben Sprosses können dabei mannigfaltige Abänderungen in der Strangvertheilung auftreten.

Sobald 0 ausgetreten ist, wird Blattspur 4 isolirt, indem Strang 12 in anodischer Richtung hinwegrückt, 9 aber in kathodischer sich vollends von 4 trennt. Für das ausgetretene Bündel 0 wird auf der anodischen Seite von 6 Bündel 14 sichtbar und so die Bündelgruppe 11, 6 u. 14 gebildet; die Stränge 12 u. 7 treten ferner zu einem Strangpaare zusammen. Entsprechende Veränderungen treten auf den nach oben hin folgenden Blattspuren nach Abgang von 1, 2, 3 u. s. w. ein.

Die Deutung der Fibrovasalstränge, welche Frank[1]) auf seinen Querschnitten gegeben hat, stimmt vollständig zu den von mir gefundenen Verhältnissen. In gleicher Weise bin ich auch im grossen Ganzen mit der Deutung von Hanstein[2]) hinsichtlich der Stellung der Stränge 1 bis 21 einverstanden. Die Stränge 22, 23 u. 24 jedoch sollten, wie es aus dem kathodischen Anlegen der herabsteigenden Blattspuren an je den 8'unteren Strang (siehe das Folgende) hervorgeht, auch auf die anodische Seite von 14, 15, 16 (nicht von 1, 2, 3) zu liegen kommen.

Auf der kathodischen Seite der austretenden Blattspur liegt im Schema für den Längsverlauf der Stränge das 10'-, 5'- und 13'obere Bündel, auf der anodischen das 8'- und 3'obere. An der Schlingenbildung betheiligen sich bloss der 13'- und 8'obere Strang.

Jede Blattspur steigt (im 14strängigen Spross) 4 bis 5 Internodien weit vollständig frei herunter, verläuft eine kurze Strecke auf der anodischen Seite des 5'unteren Bündels, biegt zuletzt in anodischer Richtung über dem 8'unteren eben austretenden Strang hinüber, legt sich kurze Zeit darauf etwa im 10'- bis 16'unteren Internodium an die nämliche Blattspur in kathodischer Richtung an, um bald darauf mit der-

1) A. B. Frank a. a. O. Taf. IV. Fig. 1.

2) Hanstein in Pringsheim's Jahrb. Bd. I. Taf. XVIII. Fig. 17 u. 18. — Ann. d. Sc. Nat. Sér. IV. Tome 8. Pl. 8. Fig. 17 u. 18.

selben vereintläufig zu werden. (Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt Cryptomeria Japonica; vergl. daher Taf. IV. Fig. 10.) Auch Frank[1]), welcher, wie es scheint, einen durchschnittlich 14—16strängigen Spross als Muster annahm, hat das Gleiche angegeben.

Sprossen, in welchen die herabsteigende Blattspur schon mit je dem 5'unteren Strange in anodischer Richtung vereintläufig wird, wie Frank[2]) sie gesehen hat, habe ich unter den von mir untersuchten Sprossen nicht gefunden. Doch würde ein solches Verhalten demjenigen der übrigen Coniferen mit spiraliger Blattstellung vollständig entsprechen. Durch das in anodischer Richtung erfolgende Anlegen einer herabsteigenden Blattspur an ihren Vereinigungsstrang wird, wie Frank[3]) sich ausdrückt, „die Spirale der Blattspurzüge der Blattstellungsspirale gegenläufig." Bei kathodischem Anlegen der herabsteigenden Blattspuren bleibt die Spirale der Blattspurzüge der Blattstellungsspirale stets homodrom.

Uebersicht der Taxineen.

Unter den 5 untersuchten Arten der Taxineen ist es allein der Typus von Taxus baccata, welcher vollständig mit einem früheren Typus (dem der mit Spiralstellung versehenen Cupressineen, der Abietineen mit Ausnahme von Pinus und Dammara, der Podocarpeen) übereinstimmt. An diesen Typus schliesst sich eng Salisburia adiantifolia an, unterscheidet sich aber wiederum durch die 2strängigen Blattspuren. Die interessante Combination von Quirl und Spirale oder zweier neben einander verlaufender Spiralen (Quirlspirale; Doppelspirale) bei den 2 Arten Cephalotaxus Fortunei und

1) A. B. Frank a. a. O. p. 151. 2. „Wir haben also gefunden, dass bei Taxus baccata die einsträngige Blattspur senkrecht absteigend 12 Internodien unter ihrem Austritte in das Blatt mit der durch 4 Internodien herabgestiegenen, kathodisch benachbarten Blattspur vereintläufig wird, oder, um im Sinne Schacht's zu reden, dass jedes Gefässbündel 4 Internodien unterhalb seines Austrittes das für das 12 Internodien darüber stehende Blatt bestimmte Bündel abzweigt." — Und kurz danach: „Eine Betrachtung dieser Darstellung (Taf. I. Fig. 2 a. a. O.) zeigt ferner, dass immer die Blattspuren n, n + 8, n + 2 . 8, n + 3 . 8 . . . . . mit einander vereintläufig werden. Die so entstandenen Blattspurzüge steigen in sehr steiler Spirale in gleicher Richtung mit der Blattspirale aufwärts." — Vergl. Taf. I. Fig. 2 a. a. O.

2) A. B. Frank a. a. O. p. 152. 1. „Die Verschiedenheit (der schwächeren Sprosse von den stärkeren) beruht darauf, dass die Blattspur schon 8 Internodien unter ihrem Austritt mit der anodisch benachbarten durch 3 Internodien herabgestiegenen Blattspur vereintläufig wird." — Vergl. Taf. I. Fig. 3 a. a. O.

3) A. B. Frank a. a. O. p. 151. 2. — Taf. I. Fig. 3.

Torreya grandis erinnert lebhaft an Dammara Australis, unterscheidet sich aber von letzterem durch die auch im Blatte einsträngig bleibenden Blattspuren. Ein völlig neuer Typus wird endlich durch Phyllocladus trichomanoides mit seinen 3strängigen Blattspuren und der Ungleichwerthigkeit der Hälften des Fibrovasalcylinders auf den Querschnitten eingeführt.

V. Gnetaceae.

Ephedra Tourn.

E. equisetiformis Webb und Berth.[1]). Die Untersuchung wurde an einem Herbariumexemplar ausgeführt. Dasselbe stammte aus der Sammlung, welche mein Freund Dr. C. v. Fritsch von seiner Reise nach den Canarischen Inseln zurückbrachte. Der Fundort war am Pic von Tenerife (Tiro del Guanche, Cañadas) ca. 7500 Fuss über dem Meeresspiegel. Nachdem die jüngsten Zweigspitzen, welche die Pflanze bot, einige Tage in verdünntem Alkohol gelegen, zeigten sie sich für die mikroskopische Untersuchung tauglich genug.

Die Blätter von E. equisetiformis sind opponirt und in eine Scheide verwachsen; die Blattpaare alterniren vollständig genau mit einander. Ein Querschnitt durch das oberste Stengelglied zeigt je 4, ein solcher durch ein folgendes Stengelglied aber je 8 Fibrovasalstränge (vgl. Taf. IX. Fig. 2 nebst Erklärung). In den Knoten entsteht sehr bald ein geschlossener Vasalring, indem, wie Nägeli[2]) nach Untersuchungen von E. vulgaris Rich. angegeben hat, „zwischen den Strängen kurze Gefässtriebe auftreten und dieselben zu einem geschlossenen Gürtel vereinigen." In den Internodien sind die einzelnen Stränge vollständig isolirt. Von den 8 in den Stengelgliedern herabsteigenden Fibrovasalsträngen sind auf den Querschnitten die 4 zunächst ausgehenden etwas stärker als die 4 erst im 2ᵗ nächsten Knoten austretenden. Je 2 gleich starke, neben einander liegende Bündel gehören einer Blattspur an; sie laufen im Blatte parallel und unverzweigt neben einander. — In dem Knoten finden sich 10 bis 12 Gefässstränge (vergl. Taf. IX. Fig. 2 nebst Erklärung).

Jede zweisträngige Blattspur steigt 2 Internodien weit herab (vergl. Taf. IX. Fig. 1), um im 2ᵗ unteren Knoten sich an die daselbst auftretenden Stränge anzulegen.

1) Webb und Berthelot, Histoire naturelle des îles Canaries. Tome III.

2) Nägeli, Beitr. zur wiss. Bot. Heft I. p. 61.

E. vulgaris Rich. (E. distachya L.)[1]. Für diese Art hat schon früher Nägeli[2]) die so eben geschilderten Verhältnisse angegeben.

E. Helvetica C. A. Meyer (E. distachya Gand.)[3]), welches ich nach einem Exemplar aus dem Herbarium des H. Prof. Cramer untersuchte und auf dieselbe Weise, wie E. equisetiformis, behandelte, zeigte die gleichen Erscheinungen. Das Exemplar stammte aus dem Wallis.

E. campylopoda C. A. Meyer (E. distachya Durv.)[4]) aus dem bot. Garten zu Zürich schloss sich ebenfalls genau an die genannten Arten an.

Nach der grossen Einförmigkeit, welche die Gattung Ephedra (einen Vertreter der Gattung Gnetum konnte ich nicht untersuchen) in ihrem Baue zeigt, ist vielleicht der Schluss nicht ungerechtfertigt, dass alle Ephedra-Arten genau denselben Gefässbündelverlauf aufzuweisen haben. — Ob die beiden linaren Cotyledonarblätter der Keimpflänzchen der Ephedra-Arten[5]), wie die Stengelblätter, ebenfalls zweisträngige Blattspuren aufzuweisen haben, ist mir nicht bekannt.

Allgemeine Uebersicht der gewonnenen Resultate.

Sämmtliche untersuchte Coniferen zerfallen hinsichtlich ihrer Blattstellung und des damit zusammenhängenden Gefässbündelverlaufs, soweit die Blattstellung und der Gefässbündelverlauf dem reinen Quirl oder der reinen Spirale folgen, in 2 grosse Gruppen: in die Coniferen mit quirliger und in die mit spiraliger Blattstellung. An diese schliessen sich als 3te kleinere Gruppe diejenigen Coniferen an, bei welchen eine Combination von Spirale und Quirl oder zweier Spiralen zu Tage tritt. Jede dieser 3 Gruppen soll im Folgenden noch einmal übersichtlich und für sich allein betrachtet werden.

---

1) C. A. Meyer, Monographie der Gattung Ephedra p. 80. — Endlicher a. a. O. p. 256. — Carrière a. a. O. p. 550. — Courtin a. a. O. p. 157.

2) Nägeli a. a. O. p. 61. Taf. II. Fig. 1 u. 2.

3) C. A. Meyer a. a. O. p. 87. — Endlicher a. a. O. p. 258. — Carrière a. a. O. p. 553. — Courtin a. a. O. p. 156.

4) C. A. Meyer a. a. O. p. 73. — Endlicher a. a. O. p. 259. — Carrière a. a. O. p. 555. — Courtin a. a. O. p. 156.

5) Vergl. Schacht, Anat. und Phys. Bd. II. p. 8. Fig. 87. III. — p. 92. — p. 143. — C. A. Meyer, Monogr. der Gatt. Ephedra, Taf. VIII. Fig. XIII.

I.

Coniferen mit rein quirliger Blattstellung.

Hierher gehört die bei weitem grössere Hälfte der Cupressineen-Arten und die Gattung Ephedra. Folgende Uebersicht möge dieselben noch einmal vergleichend zusammenstellen.

A. Die Blattspuren sind einsträngig.

I. Die ein Internodium weit ungetheilt herabsteigenden Blattspuren gabeln sich etwa in der Mitte des nächstunteren Internodiums und senden je einen Gabelast nach Rechts und Links zu den benachbarten Blattspuren desselben Internodiums ab.

α) Die successiven Internodien besitzen gleiche Länge:

Arten der Gattung Juniperus (J. nana kann wegen des Bestrebens den Blattquirl in eine Spirale aufzulösen auch zu Gruppe III gezogen werden) Frenela, Cupressus und Chamaecyparis.

β) Die successiven Internodien besitzen ungleiche Länge:

Arten der Gattung Callitris und Libocedrus; Thuja gigantea Nutt.

II. Die opponirten Blattspuren steigen 2 Internodien weit herab, biegen dann einseitswendig, seltner symmetrisch convergirend über der im 2tunteren Internodium austretenden Blattspur ab und legen sich an die im 2t-, 3t-, seltner 4tunteren Internodium austretenden Blattspuren an.

Arten der Gattung Biota und Thuja.

B. Die Blattspuren sind zweisträngig.

Arten der Gattung Ephedra.

Bei den hier aufgeführten Arten lässt sich nun folgendes allgemeine Gesetz feststellen:

Die successiven Blattquirle alterniren genau mit einander.

Die Blätter der geradzählenden Blattquirle einerseits, sowie die der ungeradzählenden andererseits stehen in senkrechten Reihen über einander, wenn anders nicht durch nachträgliche Drehung des Stengels das normale Verhältniss gestört worden ist. Jedes Blatt eines Quirls

kommt dabei genau in die Mitte zwischen je 2 Blätter des nächstoberen oder nächstunteren Quirls zu stehen.

Während etwa die Gattung Juniperus und Nächstverwandte als der eigentliche Typus der ersten Gruppe mit quirlicher Blattstellung hingestellt werden können, nähern sich dagegen die Gattungen Biota und Thuja durch das einseitige Anlegen der herabsteigenden Blattspuren an tiefer gelegene Stränge, durch die meist bestimmte Richtung, in welcher dieses Anlegen erfolgt, und durch das tiefere Heruntersteigen der Blattspuren (wenigstens in älteren Zweigpartieen) schon in Etwas den Coniferen mit spiraliger Blattstellung.

II.

Coniferen mit rein spiraliger Blattstellung.

Während bei den Coniferen mit quirliger Blattstellung im Allgemeinen eine gewisse Mannigfaltigkeit der Typen sich nicht verkennen lässt, im Verhalten der einzelnen Arten dagegen eine sehr grosse Einförmigkeit hervortritt, ist gerade bei den Coniferen mit spiraliger Blattstellung diese Einförmigkeit mehr im allgemeinen Verhalten zu finden, indessen bei der besonderen Species die Art und Weise des Gefässbündelverlaufs einen nicht unbedeutenden Spielraum besitzt. Folgende Tabelle möge zur Uebersicht dienen.

A. Die in eine Spirale angeordneten (Laub-) Blätter tragen sämmtlich keine Kurztriebe in ihren Achseln.

I. Die Blattspuren sind einsträngig.

α) Die Blattspuren bleiben auch nach ihrem Austritte aus dem Gefässbündelkranze ungetheilt oder spalten sich erst im Blatt in 2 dicht neben einander herlaufende Fibrovasalstränge:

Chamaecyparis glauca; Arten der Gattung Widdringtonia, Taxodium, Glyptostrobus, Cryptomeria, Sequoia, Cunninghamia, Tsuga, Abies, Picea, Larix, Cedrus, Araucaria, Podocarpus, Saxe-Gothaea und Taxus.

β) Die Blattspuren spalten sich gleich nach ihrem Austritt aus dem Gefässbündelkranz in 3 und mehr Fibrovasalstränge:

Araucaria Brasiliensis A. Rich. und A. Bidwilli Hook.

II. Die Blattspuren sind zweisträngig:

Salisburia adiantifolia Smith.

B. Die in eine Spirale gestellten Blätter (der Langtriebe) tragen zum grössten Theile Kurztriebe (Nadelzweiglein) in ihren Achseln. Die Blattspuren sind einsträngig, spalten sich jedoch im Blatte meist in 2 neben einander herlaufende Fibrovasalstränge.

α) Die Nadelzweiglein stehen in den Achseln von Schuppenblättern:

Arten der Gattung Pinus.

β) Die Nadelzweiglein stehen in den Achseln von Nadelblättern:

Pinus Canariensis Chr. Smith.

Für alle zu dieser Gruppe gehörige Arten ergiebt sich nun folgendes allgemeine Gesetz:

Die herabsteigenden Blattspuren legen sich an ganz bestimmte Stränge an, deren Nummern der Zahlenreihe 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 u. s. w. entsprechen. Ebenso constant ist die Richtung, in welcher dieses Anlegen an den Vereinigungungsstrang erfolgt; sie ist bestimmt durch die Nummer des jedesmaligen Vereinigungsstranges.

Indem sich jeder herabsteigende Strang an je den 2t-, 3t-, 5t, 8t-, 13tunteren u. s. w. anlegt, um später mit ihm zu verschmelzen, wird auch die gegenseitige Lage der Stränge auf dem Querschnitt sowohl, als auch im Längsschema genau bestimmt. Je tiefer der Strang liegt, an welchen die herabsteigende Blattspur sich anlegt, desto grösser wird auch in den meisten Fällen die Zahl der auf einem Querschnitt sichtbaren Fibrovasalstränge sein. Ueber die scheinbare Unregelmässigkeit in der Stellung der Stränge und deren Ursachen ist das bei Pinus (insbesondere bei P. Cembra) und Araucaria Brasiliensis Gesagte nachzusehen. — Die Richtung, in welcher das Anlegen der herabsteigenden Blattspuren erfolgt, wechselt constant nach der Nummer des Vereinigungsstranges ab, so, dass das Anlegen an je den 3t-, 8t- und 21stunteren Strang in kathodischer, das Anlegen an je den 5t-, 13t- und 34stunteren aber in anodischer Richtung stattfindet. Aehnliche Verhältnisse sind auch schon bei anderen Pflanzenfamilien beobachtet worden, z. B. den Cruciferen. Nach Nägeli[1]) legen sich die herab-

---

1) Nägeli, Beitr. zur wiss. Bot. Heft 1. p. 63. Taf. III. Fig. 5. — Nägeli und Schwendener, Mikroskop p. 621 u. 622. Fig. 271.

steigenden Blattspuren bei Iberis amara in anodischer Richtung an je den 5[t] unteren Strang an. — Genau bestimmte Beziehungen zwischen der Nummer des Vereinigungsstranges und dem Blattstellungsbruch scheinen nicht zu existiren. Doch wird im Allgemeinen der Vereinigungsstrang um so tiefer liegen, je verwickelter die Blattstellung eines Zweiges ist.

Wie bei den Coniferen mit quirliger Blattstellung die Anzahl der Quirlglieder von sehr untergeordneter Wichtigkeit ist, so ist auch bei denjenigen mit spiraliger Blattstellung die Richtung der Spirale, die Blattstellung, die Anzahl der Fibrovasalstränge von sehr geringer Bedeutung.

III.

Coniferen mit combinirter Blattstellung.

Hierher gehören nur einige wenige Arten, wie aus der beistehenden Uebersicht erhellt.

A. Combination des Quirls mit der Spirale (Spiralquirl).

Hierher kann man Juniperus nana Willd. ziehen, bei welchem sich der 3zählige Blattquirl in eine Spirale aufzulösen strebt.

B. Combination der Spirale mit dem Quirl oder auch Combination zweier Spiralen (Quirlspirale; Doppelspirale).

α) Die Blattspuren bleiben auch im Blatte ungetheilt:

Cephalotaxus Fortunei Hook., Torreya grandis Fortune.

β) Die Blattspuren spalten sich später (bis in 11 Stränge):

Dammara Australis Lamb.

Während bei der Unterabtheilung A das bei Gruppe I aufgestellte Gesetz in Gültigkeit tritt, folgen die in der Unterabtheilung B aufgezählten Arten der bei Gruppe II gegebenen Regel. Bei letzteren kann man auch 2 neben einander herlaufende Spiralen annehmen, deren einzelne einander entsprechende Glieder auf gleicher oder wenigstens nahezu gleicher Höhe mit einander und zwar an 2 diametral sich gegenüberliegenden Punkten der Peripherie des Stengelquerschnitts zu stehen kommen.

Unter keine von diesen 3 Gruppen lässt sich Phyllocladus trichomanoides Don. einreihen. Die 3strängigen Blattspuren

(nach [illegible]ère würden sie vielmehr als Astspuren zu bezeichnen sei[illegible]tellung derselben an der Axe, das Verhalten der Fibrov[illegible] beim Abgang in das Blatt (ein Schnitt in der Richtung der [illegible]ungsebene — nach Carrière — geführt, theilt die Achse in [illegible]r ungleichwerthige Cylinderhälften, von welchen die eine nur je einen, die andere aber je zwei Fibrovasalstränge in ein Blatt entsendet) entfernt Ph. trichomanoides von allen übrigen Arten. Dennoch folgt auch hier der Gefässbündelverlauf einer gewissen u[illegible]abänderlichen Gesetzmässigkeit, wie bei allen anderen Co[illegible]ren, so sehr auch bei der oder jener Species in unwichtigeren Verhältnissen bald mehr, bald weniger Spielraum gegeben wird.

Erklärung der Tafeln.

Die angegebenen Abbildungen sind aus einer Zahl von etwa 1000 Zeichnungen ausgewählt, welche fast alle mit der Camera lucida entworfen worden sind. Die schematischen Zeichnungen sind nach der in der Einleitung näher beschriebenen Weise aus den Querschnitten zusammengestellt. Die Vergrösserung der Querschnitte wurde später bedeutend reducirt. Hinter der Erklärung der Figuren ist die Vergrösserung angegeben. — Die abgehenden Blattspuren sind da, wo sie aus dem Gefässbündelkranz heraustreten, der besseren Uebersicht wegen etwas dunkler gezeichnet.

Taf. IV.

Juniperus nana Willd.

Fig. 1. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge; k k je 2 in eine Knospe eintretende schwächere Stränge. Im obersten Internodium sind bloss die 3 hier austretenden Blattspurstränge sichtbar, die vom nächstoberen Internodium herabsteigenden Gabeläste noch nicht gebildet.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Spross etwas unterhalb der Terminalknospe; α, β, γ die kurz nach einander austretenden Blattspuren in verschiedener Entfernung vom Fibrovasalcylinder auftretend: k k die Stränge, welche in die Achselknospen der zu α und β gehörenden Blätter austreten. Die für die Achselknospe des Blattes γ bestimmten Stränge haben sich noch nicht vom Gefässbündelring getrennt. $^{16}/_1$.

Callitris quadrivalvis Nutt.

Fig. 3. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge.

Fig. 4. Querschnitt durch eine Verzweigungsstelle. N. Nebenaxe mit 4 schief durchschnittenen Strängen, von welchen je 2 nach unten zu sich in einen einzigen vereinigen: α α die für die schuppenartigen Stützblätter der mit H bezeichneten Hauptaxe, welche 6 querdurchschnittene Bündel aufzuweisen hat; β β bezeichnet die Stellen, an welchen die in die seitenständigen, kahnförmigen Blätter austretenden Stränge heruntersteigen. $^{16}/_1$.

Thuja plicata Don.

Fig. 5. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge. Normales einseitswendiges Ausbiegen sämmtlicher herabsteigender Blattspuren: hier nach links.

Fig. 6. Querschnitt durch einen Spross, welcher sich in Hinsicht des einseitswendigen Ausbiegens ganz normal verhält. Dreht man sich in Gedanken in einer

rechtsläufigen Spiralrichtung um den Gefässbündelring herum, so liegt jedem mit β bezeichneten Bündel die auf der linken Seite befindliche Blattspur näher an, als die auf der rechten Seite liegende; $\alpha\alpha$ die zunächst in die Blätter abgehenden Stränge. $^{16}/_{1}$.

Fig. 7. Querschnitt durch einen Spross, welcher nicht das normale Verhältniss zeigt, denn dreht man sich in Gedanken in der bei Fig. 6 angegebenen Richtung um den Gefässbündelkranz herum, so liegt dem einen Strange β ein Bündel auf der rechten Seite, dem anderen β aber auf der linken Seite näher an; $\alpha\alpha$ die zunächst abgehenden Blattspuren. $^{16}/_{1}$.

Widdringtonia juniperoides Endl.

Fig. 8. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge. Rechtsläufige Spirale; $^{5}/_{13}$ Stellung. Die Zahlen geben die Nummern der successiv austretenden Blattspuren an. In der oberen Hälfte des Schema treten die neben einer eben austretenden Blattspur kathodisch und anodisch befindlichen Stränge nicht mehr zu einer vollkommen geschlossenen Schlinge zusammen. Die herabsteigenden Blattspuren werden mit je dem 5t unteren Strange in anodischer Richtung vereintläufig.

Fig. 9. Querschnitt etwas unterhalb der Terminalknospe eines 11 strängigen Sprosses, da, wo die sich zunächst liegenden Blattspuren sich schon mehr oder weniger berühren. In der Terminalknospe und in den Regionen unmittelbar unterhalb derselben ist auf dem Querschnitt jedes Bündel schon isolirt. Bedeutung der Zahlen wie bei Fig. 8. $^{30}/_{1}$.

Cryptomeria Japonica Don.

Fig. 10. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge. Linksläufige Spirale; $^{5}/_{13}$ Stellung. Die herabsteigenden Blattspuren werden mit je dem 8t unteren Strang in kathodischer Richtung vereintläufig. Bedeutung der Zahlen wie früher.

Fig. 11. Querschnitt durch einen 20 strängigen Spross etwas unterhalb der Terminalknospe. Zahlen wie früher. $^{30}/_{1}$.

Glyptostrobus heterophyllus Endl.

Fig. 12. Querschnitt etwas unterhalb der Terminalknospe eines 11 strängigen Sprosses. Bedeutung der Zahlen wie früher. $^{30}/_{1}$.

Chamaecyparis glauca hort.

Fig. 13. Querschnitt durch einen 13 strängigen Spross etwas unterhalb der Terminalknospe. Zahlen wie früher. $^{30}/_{1}$.

Taxodium distichum Rich.

Fig. 14. Querschnitt durch einen 9 strängigen Spross etwas unterhalb der Terminalknospe. Bedeutung der Zahlen wie früher. $^{40}/_{1}$.

Taf. V.

Tsuga Canadensis Carrière.

Fig. 1. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge. Linksläufige Spirale; $^{8}/_{21}$ Stellung. Die herabsteigenden Blattspuren werden mit je dem 13t unteren Strange in anodischer Richtung vereintläufig. Bedeutung der Zahlen wie früher.

Fig. 2. Querschnitt durch einen schwachen, bloss 7 Stränge besitzenden Spross

unmittelbar unterhalb der Terminalknospe. Die Stränge sind deshalb sämmtlich von einander isolirt. $^{40}/_{1}$.

Fig. 3. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge (analog Fig. 2). Linksläufige Spirale; $^{3}/_{8}$ Stellung. Die herabsteigenden Blattspuren werden mit je dem 3t unteren Strange in kathodischer Richtung vereintläufig.

Abies pectinata DC.

Fig. 4. Ein Querschnitt durch einen 25 strängigen Gefässbündelkranz eines mittelstarken Sprosses. Zahlen wie früher. $^{60}/_{1}$.

Picea alba Link.

Fig. 5. Querschnitt durch einen 31 strängigen Spross etwas unterhalb der Terminalknospe. Zahlen wie früher. $^{25}/_{1}$.

Fig. 6. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge. Linksläufige Spirale; $^{13}/_{34}$ Stellung. Die herabsteigenden Blattspuren werden mit je dem 21st unteren Strang in kathodischer Richtung vereintläufig.

Taf. VI.

Abies Cephalonica Loud.

Fig. 1. Querschnitt durch einen 20 strängigen Spross etwas unterhalb der Terminalknospe. Bedeutung der Zahlen wie früher. $^{25}/_{1}$.

Abies Siberica Ledeb.

Fig. 2. Querschnitt durch einen schwachen, 18 strängigen Spross. $^{40}/_{1}$.

Abies Pinsapo Boiss.

Fig. 3. Querschnitt durch einen starken, 28 strängigen Spross. $^{25}/_{1}$.

Picea excelsa Link.

Fig. 4. Querschnitt durch einen schwachen, 17 strängigen Spross. $^{25}/_{1}$.

Picea Khutrow Carrière.

Fig. 5. Querschnitt durch einen starken, 47 strängigen Spross. $^{25}/_{1}$.

Cedrus Libani Boiss.

Fig. 6. Querschnitt wenig unterhalb der Terminalknospe eines 21 strängigen Sprosses. Die schon in die einzelnen quer durchschnittenen Blätter ausgetretenen Blattspuren sind mit — bezeichnet, so, dass auf Blattspur 0 des Gefässbündelkranzes in absteigender Reihenfolge — 1, — 2, — 3 u. s. w. kommen würde. Zahlen wie früher. $^{25}/_{1}$.

Cedrus Deodara Loud.

Fig. 7. Querschnitt durch einen mittelstarken, 19 strängigen Spross. $^{25}/_{1}$.

Larix Europaea DC.

Fig. 8. Querschnitt durch einen Gefässbündelkrans eines mittelstarken, 20 strängigen Sprosses. $^{40}/_{1}$.

Taf. VII.

Pinus silvestris L.

Fig. 1. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge. Rechtsdrehende Spirale; $^{8}/_{21}$ Stellung. Jede herabsteigende Blattspur wird mit je dem 8t unteren Bündel und zwar in kathodischer Richtung vereintläufig. Die Blattspuren pflegen mit dem auf der anodischen Seite befindlichen 8t oberen Fibrovasalstrange eine Strecke weiter nebenläufig zu sein, als mit dem auf der kathodischen Seite herabsteigenden 13t oberen. Zu beiden Seiten der austretenden Blattspur liegen die für jedes Nadelzweiglein bestimmten 2 Stränge. Bedeutung der Zahlen wie früher.

Fig. 2. Querschnitt durch den Gefässbündelkranz eines 19strängigen Sprosses, unmittelbar unterhalb der Terminalknospe; k k die beiden für das Nadelzweiglein, welches von dem von der Blattspur 0 durchzogenen Schuppenblatt gestützt wird, bestimmten Fibrovasalstränge. $^{50}/_{1}$.

Pinus Montezumae Lindl.

Fig. 3. Querschnitt durch einen schwachen, 13strängigen Spross; k k die für die Nadelzweiglein bestimmten Fibrovasalstränge. $^{30}/_{1}$.

Pinus Pallasiana Lamb.

Fig. 4. Querschnitt durch den Gefässbündelkranz eines starken, 34strängigen Sprosses unmittelbar unterhalb der Terminalknospe; k k die für die Nadelzweiglein bestimmten Fibrovasalstränge. $^{25}/_{1}$.

Pinus excelsa Wall.

Fig. 5. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge innerhalb eines Nadelzweigleins. 1, 2, 3 . . . . 9 die successiv in die Schuppenblätter austretenden Blattspuren; x x die für die 5 Nadelblätter bestimmten Blattspuren, welche im Nadelzweiglein eine Zeit lang aus 2 Strängen zu bestehen pflegen, bei ihrem Austritt in das Blatt aber wieder einsträngig werden. Diese 2 Stränge liegen meist dicht neben einander, seltner sind sie durch eine Schuppenblattspur von einander getrennt (vergl. x x zu beiden Seiten von 9 in Fig. 6).

Fig. 6. Querschnitt durch den Gefässbündelkranz eines Nadelzweigleins; 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 die in die entsprechenden Schuppenblätter austretenden Blattspuren; x x die für die 5 Nadelblätter bestimmten Fibrovasalstränge. Zwei von denselben sind, obgleich sie später eine einsträngige Blattspur bilden werden, durch die Schuppenblattspur 9 von einander getrennt, die übrigen liegen zu je zweien unmittelbar neben einander und sind schon mehr oder weniger mit einander verschmolzen. $^{120}/_{1}$.

Fig. 7. Desgl. Querschnitt unmittelbar unterhalb der Spitze des Nadelzweigleins genommen. Man sieht die Blattspuren der Schuppenblätter 4, 5 . . . . 8, 9. Die Nadelblattspuren x x sind hier nun einsträngig geworden und haben sich regelmässig gruppirt. $^{120}/_{1}$.

Taf. VIII.

Salisburia adiantifolia Smith.

Fig. 1. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge. Linksläufige Spirale; $^{3}/_{8}$ Stellung. Jeder der 2strängigen Blattspuren wird mit je dem 5t unteren

Fibrovasalstränge und zwar in anodischer Richtung vereintläufig. Bedeutung der Zahlen wie früher.

Fig. 2. Querschnitt durch einen 9strängigen Laubspross; untere Ansicht. $^{40}/_1$.

Phyllocladus trichomanoides Don.

Fig. 3. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge. Ueber die Bezeichnung 0^a, 0^b, 0β u. s. w. vergl. den Text.

Fig. 4. Querschnitt durch einen Zweig. $^{16}/_1$.

Taxus baccata L.

Fig. 5. Querschnitt durch einen schwächeren, 14strängigen Spross. $^{50}/_1$.

Cephalotaxus Fortunei Hook.

Fig. 6. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge; es laufen 2 linksdrehende Spiralen neben einander her. Hinsichtlich der Bezeichnung ist der Text nachzusehen.

Fig. 7. Querschnitt durch die Terminalknospe eines Seitenzweiges. $^{25}/_1$.

Torreya grandis Fortune.

Fig. 8. Querschnitt durch einen Seitenzweig nahe der Terminalknospe. $^{16}/_1$!

Taf. IX.

Ephedra equisetiformis Webb und Berth.

Fig. 1. Schema für den Längsverlauf der Fibrovasalstränge. Die einzelnen Internodien sind im Verhältniss viel zu kurz gezeichnet; in den Knoten tritt ein Vasalring auf.

Fig. 2. Querschnitt durch ein Internodium. Oberhalb haben sich die 2 Fibrovasalstränge noch nicht gespalten, wie dies in der unteren Hälfte der Fall ist, so dass hier schon 4 Stränge deutlich sichtbar sind. Der Stengel ist durch Pressung etwas breit gedrückt. $^{12}/_1$.

Sequoia gigantea Endl.

Fig. 3. Querschnitt durch einen 18strängigen Spross. $^{25}/_1$.

Cunninghamia Sinensis R. Br.

Fig. 4. Querschnitt durch die Terminalknospe eines 14strängigen Sprosses. $^{20}/_1$.

Araucaria Bidwilli Hook.

Fig. 5. Querschnitt durch einen 14strängigen Spross. Bei x Gabelung eines Blattgefässbündels. $^{25}/_1$.

Araucaria Cunninghami Ait.

Fig. 6. Querschnitt durch einen schwachen, 11strängigen Spross. $^{25}/_1$.

Saxe-Gothaea conspicua Lindl.

Fig. 7. Querschnitt durch einen 11strängigen Seitenspross. $^{25}/_1$.

Dammara Australis Lamb.

I Querschnitt durch die Terminalknospe an einer Stelle, wo noch k
nde sichtbar sind, um die Lage der Blätter zu zeigen. $^{50}/_{1}$.

g. Desgl. etwas tiefer; mit Gefässbündeln. $^{25}/_{1}$.

Podocarpus taxifolia Humb. und Bonpl.

Fig. 10. Querschnitt durch den Gefässbündelkranz eines 19 strängigen Sp
ses. $^{60}/_{1}$.

Podocarpus spinulosa R. Br.

. Querschnitt durch einen 12 strängigen Spross. $^{25}/_{1}$.

Zur

Entwickelungsgeschichte der Stammspitze von Equisetum.

Inauguraldissertation

von

Max Reess.

(Mit Taf. X—XI.)

Nachdem wir, ausser kürzeren Bemerkungen von Bischoff, Nägeli, Schleiden und Schacht[1]), durch Hofmeister[2]), Cramer[3]) und Duval-Jouve[4]) ausführliche Untersuchungen über die Wachsthumsgeschichte des Equisetenstammes besitzen, bedarf wohl eine neue Bearbeitung dieses Thema's einiger aufklärenden und entschuldigenden Worte, welche zu geben ich um so weniger unterlassen will, als ich mit denselben zugleich den Ausgangspunkt der folgenden Untersuchungen bezeichnen kann.

---

1) Vergleiche:

Bischoff, Die kryptog. Gewächse Deutschlands. 1828. S. 38 ff.

Nägeli, Ueber das Wachsthum des Gefässstammes. Schleiden u. Nägeli's Zeitschrift f. wiss. Bot. III u. IV. 1846, S. 143.

Schleiden, Grundzüge. III. Aufl. II. Bd. 1850, S. 100.

Schacht, Lehrb. d. Anat. und Phys. d. Gew. 1856, I. 317; 1859, II. 38.

Nägeli, Beitr. z. w. Bot. 1858, I. S. 38 u. 57.

2) Hofmeister, Vergl. Untersuchungen. 1851, S. 89—97. Idem, Beitr. zur Kenntn. d. Gef.-Krypt. I. 1852, S. 168 ff.; endlich die, beide Arbeiten umfassende, englische Ausgabe: On the germination, development and fructification of the higher Cryptogamia, transl. by Currey. London 1862, S. 267—306.

3) Cramer in Pflanzenphys. Untersuch. von Nägeli und Cramer. III. 1855, S. 21 ff.

4) Duval-Jouve, Histoire naturelle des Equisetum de France. Paris 1864, [illegible]

Dippel's[1]) schöne Nachweisungen über die Zusammensetzung und Gliederung des Gefässbündels der Kryptogamen gaben mir die Anregung, die Entwickelungsgeschichte des Gefässbündels und die Differenzirung seiner Elemente bei einem Repräsentanten der Gefässkryptogamen zu verfolgen; von der Stammspitze der Pteris aquilina, deren Gewebe doch zu wenig Anhaltspunkte für die Orientirung bot, kam ich auf die, durch scharfe Differenzirung der Gewebspartieen weit geeignetere Stammspitze von Equisetum. Die Fixirung bestimmter Stellen im Gewebe, welche als Ausgangspunkte für die Gefässbündelentwickelung benützt werden sollten, führte rückwärts zur Blattbildung, und das Bestreben, zwischen dieser und den Theilungsvorgängen in der Scheitelzelle eine bestimmte, gesetzmässige Beziehung zu finden, auf die allererste Entwickelungsgeschichte des Vegetationskegels. Dabei ergaben sich, trotz den gewissenhaften Untersuchungen Cramer's und der, inzwischen auch der Thatsache einer dreischneidigen Scheitelzelle angepassten[2]) Darstellung Hofmeister's, von neuen Gesichtspunkten aus noch manche, vielleicht nicht unbeachtenswerthe, neue Resultate. Auch die neueste Arbeit über die hier einschlägigen Fragen, in Duval-Jouve's eben citirtem Werke, musste, bei der seltsamen Auffassung, welche ihr Verfasser bezüglich der Form und Theilungsweise der Scheitelzelle sich gebildet hat, selbstverständlich manche Veranlassung zur Berichtigung und Widerlegung geben.

Ich hätte nun vielleicht die neuen Ergebnisse meiner Untersuchung einzeln darstellen können, zog aber im Interesse der Uebersichtlichkeit vor, die von mir ganz durchgearbeitete Entwickelungsgeschichte auch (wenigstens in den Umrissen) möglichst ganz zu geben, weshalb ich die häufige Wiederholung von Einzelnheiten, welche bereits von Hofmeister, Cramer und Duval-Jouve ausführlich erörtert sind, mir zu Gute zu halten bitte. Dass im Laufe der Untersuchung die ursprünglich gestellte Hauptfrage durch die Vorfragen völlig verdrängt wurde und schliesslich unerledigt geblieben ist, bedarf, unter Berücksichtigung der mannigfach störenden äusseren Verhältnisse, unter welchen die Arbeit zu Stande kam, wohl kaum einer Entschuldigung.

Meine Untersuchungen wurden grösstentheils während des ver-

---

1) Dippel im Amtl. Bericht über die Naturforscherversammlung zu Giessen 1864, S. 142 ff.

2) Hofmeister, Beitr. II. 646. Anm.; und „Nachträge und Berichtigungen zu den vergl. Unters.“ in Pringsh. Jahrb. III. 264; endlich Englische Ausgabe S. 267 ff.

lossenen Sommersemesters unter der gütigen Leitung des Herrn Prof. Nägeli im pflanzenphysiologischen Institute zu München gleichzeitig mit der nächstens erscheinenden Arbeit der Herrn Prof. Nägeli und Dr. Leitgeb über „Entstehung und Wachsthum der Wurzeln" (Beitr. z. wiss. Bot. Heft IV [1])) ausgeführt, auf deren Resultate ich in der vorliegenden Abhandlung wiederholt mich beziehen werde.

Nachdem das Manuscript meiner Arbeit Ende Decembers 1866 druckfertig und bereits an Herrn Prof. Pringsheim abgesendet worden war, erhielt ich, zumal von Seiten des Herrn Prof. Hofmeister, noch manche schätzenswerthe Anregungen, welche, ebenso wie der Wunsch, einige neuere Arbeiten wenigstens theilweise für meine Arbeit verwerthen zu können, noch zu einer und der andern nachträglichen Einschaltung Veranlassung gaben [2]).

I. Form und Theilungsweise der Scheitelzelle.

Bezüglich ihres Scheitelwachsthums verhalten sich sämmtliche sterilen Stengelorgane sämmtlicher Arten von Equisetum in den wesentlichen Momenten vollständig gleich; für die Untersuchung der Wachsthumsgeschichte empfehlen sich übrigens am meisten die noch nicht aus der Erde hervorgebrochenen, noch chlorophyllfreien, aber schon ziemlich kieselreichen Adventivknospen. Bei Allen wird das Scheitelwachsthum vermittelt durch ununterbrochen wiederholte Theilung der dreischneidigen, einem tetraëdrischen Kugelausschnitt ungefähr entsprechenden Scheitelzelle mittelst gerader, den Seitenwänden der Scheitelzelle paralleler Hauptwände. Zweischneidige Scheitelzellen, wie sie Hofmeister noch als Ausnahmen bei Equisetum arvense beobachtet hat [3]), sind mir unter der grossen Masse untersuchter Stammspitzen wohl deshalb nie zu Gesichte gekommen, weil mir bloss vierzähnige Scheiden von Equis. arvense ebenfalls nie vorkamen.

Der Grundriss der Scheitelzelle von Equisetum hat wohl bisher als selbstverständlich gleichseitig gegolten; eine Auffassung,

---

1) Nachträgl. Anm. Ein Resumé dieser Arbeit ist inzwischen in Nr. 32 der „Bot. Mitth." Nägeli's in den Sitzungsber. der bair. Akad. (15. December 1866) erschienen.

2) Nachträgl. Anm. Ich bedauere speciell, C. N. Müller's, mir nur durch Hofmeister's Citat (Bot. Zeit. 1867, Nr. 5) bekannte Arbeit auch jetzt nicht vergleichen zu können. (April 1866.)

3) Hofmeister, Beitr. II. 646. Pringsh. Jahrb. III. 264.

welche sowohl durch die oberflächliche Betrachtung der Stammspitze, als durch manche aprioristische Folgerung begründet erscheint. Die von Hofmeister auf Grundlage genauer, an Farnstammspitzen mit dreischneidiger Scheitelzelle ausgeführter Messungen und theoretischer Erörterungen behauptete[1]) Gleichschenkeligkeit des Grundrisses dreischneidiger Scheitelzellen wird von ihm selbst ausdrücklich nur auf solche Pflanzen bezogen, welche bei dreischneidiger Scheitelzelle eine schräg dreizeilige Blattstellung besitzen[2]). — Ich selbst habe eine Reihe von Messungen an Scheitelzellen von Equisetum-Arten in der Weise vorgenommen, dass eine möglichst horizontal abgeschnittene Stammspitze senkrecht aufgestellt und der Umriss der Scheitelzelle mit dem Zeichnenprisma entworfen wurde, worauf es möglich war, die Winkelmessung mit dem Transporteur unmittelbar an der Zeichnung vorzunehmen. Es mag diese Methode, die einzige, welche mir zur Verfügung stand, allerdings ziemlich unzuverlässiger sein, als z. B. die von Hofmeister bei seinen Messungen an Farnscheitelzellen angewandte[3]); die letztere, bei den von Hofmeister untersuchten Farnstammspitzen mit grösster Genauigkeit verwendbar, dürfte sich, bei der starken Wölbung der Deckenwand der Scheitelzelle, für Equisetum nur sehr schwierig, und nicht ohne beträchtliche Fehlerquellen benützen lassen. Bezeichnen wir den der jüngstentstandenen Hauptwand gegenüberliegenden Winkel mit *a*, von den beiden, der jüngstentstandenen Wand anliegenden Winkeln mit *b* den in Beziehung zur Drehungsrichtung rückwärts liegenden, den dritten mit *c*, so maassen[4]) bei:

	a	*b*	*c*
Equis. limosum (Linksdrehung)	67°	53°	60°
„ hiemale (Rechtsdr.)	66°	51°	63°
„ „ (Linksdr.)	64°	52°	64°
„ „ „	66°	53°	61°
„ „ „	64°	55°	61°
„ variegatum (Rechtsdr.)	64°	56°	60°
„ „ „	63°	57°	60°
„ „ „	64°	55°	61°
Durchschnitt:	64,75°.	54°.	61,25°

und das Gesammtergebniss dieser Messungen wäre eine, der Hof-

1) Hofmeister a. a. O. 641.

2) Idem a. a. O. 643. — Handb. d. physiol. Bot. 1867, I. 135.

3) Hofmeister, Beitr. II. 637.

4) Die Figuren der Taf. XI. 2 u. 5 A sind in dieser Beziehung nicht genau.

meister'schen Gleichschenkeligkeit nahestehende, Ungleichseitigkeit der Scheitelzelle in der Weise, dass der kleinste Winkel immer an der kathodischen (s. u.) Seite der jüngsten Wand läge, zugleich aber auch die beiden grösseren Winkel unter sich um etwa die Hälfte derjenigen Gradezahl differirten, welche zwischen die Weite des kleinsten und die des mittleren der drei Winkel fällt.

Vergleicht man mit diesem Ergebniss die Thatsache, dass die neuentstehenden Hauptwände stets mit den Seitenwänden der Scheitelzelle genau parallel laufen, erwägt man ferner, dass alle diese Messungen unter sich zuweilen nicht unbeträchtlich differiren, so wird man am wenigsten fehlgehen, wenn man den Grundriss der Scheitelzelle von Equisetum als ideal gleichseitig behandelt, jedoch mit der Annahme, dass während des Wachsthums unbedeutende (d. h. innerhalb ziemlich enger Grenzwerthe schwankende), stets in regelmässiger Folge sich wieder ausgleichende Verschiebungen stattfinden, welche im Augenblicke der jeweiligen Beobachtung in der eben besprochenen ungleichseitigen Form sich ausdrücken. Diese Verschiebungen können bedingt sein theils durch ungleiches Flächenwachsthum der eigenen Membranen der betheiligten Zellen, theils durch noch beträchtlichere, weiter unten zu besprechende Ungleichheiten im Wachsthum, denen gegenüber sich die Scheitelzelle vorwiegend passiv verhält.

Die Drehungsrichtung in der Scheitelzelle giebt Cramer[1]) für Equisetum arvense als constant links (im botanischen Sinne) an; ebenso Hofmeister[2]). Ich selbst fand bei sämmtlichen untersuchten Arten: Eq. arvense L., sylvaticum L., limosum L., variegatum Schl., hiemale L. und scirpoides Mchx. beide Drehungsrichtungen, meistens aber bei jeder Species eine weitaus vorherrschend, so bei Eq. arvense und limosum die Links-, bei E. variegatum die Rechtsdrehung[3]). Bekanntlich wechselt die Drehungsrichtung auch bei Farnstammspitzen[4]) und den Wurzeln verschiedener Gefässkryptogamen[5]) mit dreischneidiger Scheitelzelle; dennoch muss, aus später zu erörternden Gründen, auf das Vorherrschen einer bestimmten Drehungsrichtung bei jeder Species einiges Gewicht gelegt werden.

1) Cramer a. a. O. S. 22.

2) Hofmeister, Engl. Ausgabe. 267.

3) Die Linksdrehung ist überhaupt die vorherrschende. Vorwiegend rechtsdrehende Arten kenne ich nur zwei, linksdrehende bestimmt vier.

4) Hofmeister, Beitr. II. 637.

5) Nägeli und Leitgeb a. a. O.

Abgesehen von dieser unbedeutenden Differenz bezüglich der Drehungsrichtung stehen die bisher mitgetheilten Thatsachen in Uebereinstimmung mit Cramer's noch wiederholt anzuführenden Beobachtungen. Dagegen hat in neuester Zeit Duval-Jouve, der trotz seiner sonst so gründlichen Literaturkenntniss Cramer's Arbeit ganz übersehen haben muss, eine höchst eigenthümliche Darstellung dieser Verhältnisse gegeben, die ich nicht wohl stillschweigend übergehen darf. Nach seiner Angabe wächst bei Equisetum die Stammspitze durch ununterbrochen wiederholte Horizontaltheilung einer linsenförmig-sphärischen Scheitelzelle, deren Axe mit der Längsaxe des Vegetationskegels zusammenfällt; diese, „durch die sorgfältigste Beobachtung bestätigte" Auffassung scheint ihm schon von vornherein nothwendig, um die Quirlstellung sämmtlicher Seitenorgane entwickelungsgeschichtlich zu erklären[1]). Meine weiteren Ausführungen dürften zeigen, dass es dazu der Annahme eines „im Pflanzenreiche so seltenen" Theilungsmodus nicht bedurft hätte. Selbstverständlich ist auch Duval-Jouve's fernere Darstellung, soweit sie sich auf diese falsche Voraussetzung gründet, irrthümlich.

II. Wachsthum und Theilung der einzelnen Segmente.

Die mittelst der Hauptwände von der Scheitelzelle abgegrenzten Gliederzellen (Cramer) (Abschnittszellen Hanstein's[2]), Segmentzellen Pringsheim's[3]); der aus jeder derselben sich entwickelnde Zellcomplex soll Segment heissen) — sind umgrenzt von den zwei parallelen, dreiseitigen Hauptwänden (H), zwei vierseitigen, in einem Winkel von etwa 120° sich schneidenden Seitenwänden (gebildet durch Abschnitte nächstälterer Hauptwände) und einer nach aussen gebogenen, vierseitigen Aussenwand. Von den Seitenwänden mag die im Verhältniss zur Drehungsrichtung vorwärts liegende die anodische, die andere die kathodische heissen.

---

1) Duval-Jouve a. a. O. 50. plche VII. Fig. 22—25: „Cette direction de la première division, si rare dans le règne végétal, paraît tout d'abord nécessaire dans une famille où tous les organes constituent des verticilles situés dans des plans perpendiculaires à l'axe, et ensuite l'observation la plus minutieuse et la plus souvent répétée montre qu'il en est ainsi en effet."

2) Hanstein, Die Befruchtung und Entwickelung der Gattung Marsilia. Pringsheim's Jahrb. IV. 2. Heft.

3) Pringsheim, Zur Morphologie der Salvinia natans. Pringsheim's Jahrb. III. 491.

Jede Segmentzelle theilt sich zunächst durch eine, den Hauptwänden parallele, Halbirungswand in zwei gleiche übereinanderliegende Hälften[1]) (Cramer), jede Segmenthälfte durch eine, im regelmässigsten Falle an die anodische[2]) Seitenwand sich ansetzende, die gebogene Aussenwand in deren Mitte vertical treffende, gebogene Sextantenwand (S) (X. 3. 7. 8; XI. 5 C)[3]). Meist erscheint in der unteren, äusseren Segmenthälfte die Sextantenwand früher, als in der oberen Hälfte; in beiden Hälften laufen die Sextantenwände parallel. Die Sextantenwände sind in der Regel homodrom (X. 5; XI. 5C; Cramer a. a. O. XXXIII. 33), seltener heterodrom (Cramer a. a. O. XXXIII. 28). Zuweilen treten auch in einem oder zweien der drei Segmente eines Querschnittes statt je einer Sextantenwand je zwei heterodrome Wände, S′, auf (X. 7. 8, Cramer a. a. O. XXXIII. 35; Hofmeister, Engl. Ausg. XXXV. 5); eine Abweichung, welche in bestimmten Fällen zur Regel zu werden scheint, wie gelegentlich der Entwickelung der Scheidenzähne besprochen werden soll.

Die weiteren Theilungen der Segmenthälften finden abwechselnd parallel den Hauptwänden in schiefer, oder den Seitenwänden parallel in senkrecht radialer Richtung statt, letztere meist vor den ersteren (X. 1; XI. 1). Endlich leiten tangential gestellte Wände die Trennung von Innen- und Aussenzellen ein, wovon aber die erstgenannten sich noch nicht als Dauerzellen verhalten.

In einem einzigen Falle (bei Eq. hiemale) fand ich ein Segment ausnahmsweise schon vor der Theilung mittelst der Halbirungswand durch eine Sextantenwand getheilt, ein Vorgang, welcher bei den Segmenten der Wurzelspitzen (und wohl auch den Farnstammspitzen?) als Regel auftritt.

Die Entwickelung der Zellcomplexe und ihre Configuration lassen sich auf sussessiven Querschnitten noch lange auf das, durch die Haupt- und Sextantenwände bedingte sechs-, in den eben besprochenen Ausnahmsfällen sieben- oder achtzählige Schema zurückführen (X. 5. 6. 7. 8).

Was die Lage der Segmente zur Längsaxe des Vegetationskegels

---

1) Hofmeister hat diese erste Halbirungswand übersehen; vergl. Engl. Ausgabe S. 267. Taf. XXXV. 3. (Richtig ist dagegen XXXV. 4.)

2) Ebenso Hofmeister, Engl. Ausg. 268.

3) Die römischen Zahlen bezeichnen die Tafel, die arabischen die Figur. Bezüglich der Zeichnungen mag noch die Bemerkung Platz finden, dass — mit Ausnahme der als schematisch oder halbschematisch bezeichneten — keine schematisirt ist, wohl aber unter zahlreichen Zeichnungen diejenigen hier ausgewählt sind, welche das möglichst schematische Bild der darzustellenden Vorgänge zu geben vermögen.

anbelangt, so geht dieselbe — durch das an der Peripherie viel energischer, als im Centrum sich geltend machende intercalare Wachsthum — aus dem ursprünglichen Winkel von 40 bis 50° allmählich in einen Rechten über, so dass im Allgemeinen beim vierten oder fünften Segment senkrecht unter der Scheitelzelle die Horizontallage der Segmente erreicht ist.

III. Anordnung der Segmente zu einander; Quirlbildung.

Schon oben ist der Quirlstellung der Seitenorgane, als des am meisten hervortretenden Charakters in der Architektur der Equiseten, und zugleich des verunglückten Versuches von Duval-Jouve, dieselbe entwickelungsgeschichtlich zu erklären, gedacht worden. Hofmeister[1]) lässt in seinen ersten Arbeiten die aus den paarigen Segmenten entstandenen Aussenzellen zunächst in höchst regelmässige Kreisgürtel sich ordnen, und hat späterhin, unter Anerkennung der Thatsache einer dreischneidigen Scheitelzelle, seine Ansicht entsprechend modificirt[2]). Die gleiche, nur in etwas bestimmterer Fassung ausgesprochene Anschauung liegt Pringsheim's Hypothese zu Grunde, welche, nach Analogie der bei Salvinia natans beobachteten Verschmelzung je zweier Hälften verschiedener Segmente zu einem Blattknoten (Stengelsegment), für Equisetum eine ähnliche Verschmelzung von Segmentdritteln vermuthet[3]).

Nach meinen Beobachtungen (welche mir inzwischen auch Herr Prof. Hofmeister mündlich bestätigen konnte) glaube ich nachweisen zu können, **dass die Quirlstellung der Scheidenzähne (und selbstverständlich auch der Fruchtschilder u. s. w.) bei Equisetum aus einem gesetzmässig ungleichen Wachsthum in vertical-tangentialer Richtung der einzelnen, anfänglich spiralig angeordneten Segmente sich ergibt.** Eine Andeutung dieses Vorganges scheint mir schon in Cramer's Fig. 20 der Taf. XXXIII gegeben zu sein.

Je drei unmittelbar nach einander von der Scheitelzelle abge-

1) Hofmeister, Vergl. Unters. 90.

2) Hofmeister, Engl. Ausgabe. 269.

3) Pringsheim in s. Jahrb. f. w. Bot. III. S. 505. — Nachträgl. Anm. Ich hatte inzwischen Gelegenheit, Pringsheim's Untersuchung zu wiederholen, und kann — von einer unwesentlichen Differenz abgesehen — deren Ergebnisse für Salvinia durchweg bestätigen. Man muss sich offenbar in dergleichen Fragen vor allzu weitgehenden Analogieen wohl hüten.



schnittene, zur Zeit der Entwickelung der jüngsten Blattanlage in gleicher Höhe liegende Segmente vereinigen sich zur Bildung eines Internodiums, des zugehörigen Knotens und der entsprechenden Scheide; je drei solche Segmente fasse ich unter dem Begriff: Segmentumlauf zusammen[1]), und bezeichne als ersten Segmentumlauf, aus den Segmenten 1, 2, 3 bestehend, denjenigen, an welchem die jüngste erkennbare Blattanlage jeweils hervortritt (X. 1 D). Der nächsthöhere ist sodann der zweite Segmentumlauf, und es fallen überhaupt zwischen die jüngste Blattanlage und die Scheitelzelle, nach den Arten verschieden, je 3—4 Segmentumläufe.

Da die Divergenz der Segmente fast genau $^1/_3$ beträgt, so fallen immer die gleichwerthigen, d. h. relativ altersgleichen Segmente der einzelnen Umläufe senkrecht übereinander und bilden gewissermaassen Längsreihen an der Stammspitze: Segmentreihen (X. 1 A—C; XI. 5. D). Es gilt dann wiederum diejenige Reihe, in welche das älteste (erste) Segment eines jeden Umlaufes fällt, als die erste, die aus dem mittleren Segment jedes Umlaufs bestehende als die zweite, die von den jüngsten Segmenten der einzelnen Umläufe gebildete als die dritte Segmentreihe. (Es fallen somit in die erste Segmentreihe über einander die Segmente 1. 4. 7. 10 u. s. w., in die zweite die Segmente 2. 5. 8. 11 u. s. w., in die dritte die Segmente 3. 6. 9. 12 u. s. w.)

Verfolgen wir nun Anlage und Gruppirung der Segmente genauer: An der Stammspitze sei soeben mit Segmentzelle x der dritten Segmentreihe ein Segmentumlauf zum Abschluss gekommen, und ein neuer Umlauf beginne mit Segmentzelle x + 1 (vergl. XI. 1). Würden nun bis zur Ausbildung der Segmentzelle x + 2 die nächstältere (x + 1), und bis zur Vollendung des Segmentumlaufes durch Segmentzelle x + 3 die beiden Segmentzellen x + 1 und x + 2 weder durch vertikal-tangentiales, noch durch horizontal-tangentiales Wachsthum verändert, so müssten selbstverständlich die oberen und unteren Grenzen der drei Segmente des Umlaufes, sobald die Segmente selbst aus der schiefen in die vertikale Stellung zur Längsaxe des Vegetationskegels gelangt sind, in Kreisgürteln den Vegetationskegel umschliessen, und alle folgenden Segmentumläufe in gleicher Weise

---

1) Nach seiner weiteren Entwickelung, nicht nach seiner Entstehung, ist der „Segmentumlauf" bei Equisetum dem „Blattknoten" der Salvinia füglich gleichwerthig; ebenso das einzelne Segment von Equisetum jedem Segment der Stammspitze von Sphagnum. Vergl. Nägeli und Cramer, Pflanzenphys. Unters. I. 76 ff.

die Quirlstellung zeigen. Die Segmentzellen eines und desselben Umlaufes folgen bei ihrer Anlegung rascher aufeinander, als die erste Segmentzelle eines neuen Umlaufes auf die letzte des vorhergehenden; Beweis dafür ist der Umstand, dass halbfertige Segmentumläufe (XI. 2. 4) äusserst selten, der Regel nach fast nur abgeschlossene Umläufe zur Beobachtung kommen. So rasch aber auch die Segmentzellen eines und desselben Umlaufes auf einander folgen mögen, stets ist bis zur Entstehung der folgenden die vorhergehende bereits in horizontaler und vertikaler Richtung gewachsen; und so kommt es, dass wir, anstatt jedes jüngere Segment von den beiden nächstälteren rechts und links umfasst zu sehen, unmittelbar am Vegetationspunkte die Segmente aus ihrer ursprünglichen Anordnung verschoben finden. Das stärkere Vertikalwachsthum jedes älteren Segmentes bedingt die Verschiebung seiner unteren Grenze nach abwärts, das Horizontalwachsthum veranlasst eine Verschiebung der seitlichen Berührungslinien der Segmente. Das Resultat ist eine ununterbrochene Spiralstellung der letzteren, die anfangs die Zusammengehörigkeit derselben in Segmentumläufe kaum mehr erkennen lässt. Jedes ältere Segment greift nun mit seiner anodischen Seite über das nächstjüngere theilweise hinüber, und das Verhältniss der Vertikaldurchmesser der drei, die Scheitelzelle umschliessenden Segmente stellt sich etwa wie folgt:

Segm. $x + 1 : x + 2 : x + 3 = 3; 2, 5 : 2.$

Eine consequente Weiterentwickelung der Segmente gemäss dieser Verhältnisse müsste nothwendig die eingeleitete Spiralstellung festhalten (die Windungsrichtung der Spirale fiele zusammen mit der Drehungsrichtung in der Scheitelzelle), niemals aber könnten auch nur zwei, geschweige drei Segmente in die gleiche Höhe zusammenfallen. Dennoch liegen thatsächlich, wie man sich bei der Drehung der freipräparirten Stammspitze um ihre Axe leicht überzeugen kann, unmittelbar über der jüngsten Blattanlage die Basen dreier Segmente in einer und derselben Ebene, und der jüngste Blattknoten ist nichts Anderes, als eine Scheibe aus drei in gleiche Höhe geordneten Segmenten. Dies ist nur dadurch möglich, dass die jüngeren Segmente eines jeden Umlaufes die ihnen im Wachsthum anfangs vorausgeeilten älteren durch rascheres, in mancher Beziehung modificirtes Wachsthum überholen. Die Ueberholung selbst geschieht in der Weise, dass die Segmente der ersten Reihe (also die relativ am meisten entwickelten) fast ausschliesslich in ihren oberen, diejenigen der dritten Reihe dagegen vorzugsweise in ihrer unteren Hälfte in

vertikal-tangentialer Richtung wachsen, während die Segmente der zweiten Reihe durch gleichmässiges Wachsthum beider Hälften die Ausgleichung vermitteln.

Natürlich kommen bei Feststellung dieser Verhältnisse die Aussenzellen der Segmente zunächst einzig in Betracht. In der Anlage sind die Aussenwände der Segmentzellen sämmtlich vierseitig, aber durch den Ansatz der Halbirungswände, der nächstjüngeren Hauptwände u. s. w. werden diese Umrisse zur Fünf- oder Sechsseitigkeit verzogen. Die fünfseitigen Segmentumrisse sind dann an ihrem anodischen Ende durch zwei convergirende Seiten, am kathodischen Ende durch eine Seite geschlossen. Die Segmentgrenzen greifen zickzackförmig in einander und lassen sich, ebenso wie die Halbirungswände, durchschnittlich durch drei Segmentumläufe von der Scheitelzelle an, an den stärkeren Contouren und der Configuration der Zellcomplexe leicht erkennen. Im dritten, bzw. vierten Umlaufe von oben, fangen die stärkeren Contouren an zu verschwinden, die anfänglich schief gelaufenen und in Winkel verzogenen seitlichen Grenzen gehen in vertikale Linien über, und es beginnen die höchst regelmässigen Kreisgürtel von Aussenzellen, wie sie von Hofmeister (s. oben) und Duval-Jouve[1]) beschrieben sind: Die Ausgleichung der Segmente eines Umlaufes ist vollendet[2]) (X. 1 A—D. 2; XI. 4).

Die Durchführung dieses Ausgleichungsschema's ist nach Species unbedeutend verschieden, innerhalb der Species stets die gleiche; Eq. scirpoides zeigt die Ausgleichung vollendet an der Basis des dritten Segmentumlaufes von oben (X. 1 A—D. 2), Eq. hiemale, variegatum und arvense an der Basis des vierten Umlaufes, von oben gerechnet (XI. 3—5); Equisetum sylvaticum und limosum habe ich auf diese Frage nicht speciell untersucht. An der Basis des ausgeglichenen Segmentumlaufes (des ersten „Blattknotens") tritt in sämmtlichen Innen- und Aussenzellen der untersten Zelllage eine weitere Horizontaltheilung auf, als Einleitung zur Bildung der zukünftigen Knotenquerplatten. (Vergl. XI. 6 D. Hofmeister erwähnt dieser Theilung in anderer Weise; vergl. Unters. 89, Engl. Ausg. 268.)

1) Duval-Jouve a. a. O. S. 54.

2) Nach einer, mir freundlichst mitgetheilten Beobachtung von Herrn Prof. Hofmeister zeigt sich an sehr gedrungenen, im Wachsthum zurück- und lange Zeit innerhalb des Muttergewebes gebliebenen Adventivknospen die Ausgleichung der Segmente schon sehr nahe der Scheitelzelle, und zwar vermuthlich deshalb, weil bei dem langsamen Wa[illegible] des Vegetationspunktes die spiralige Abweichung von der ur- [illegible]ntzellen nur sehr unbedeutend ist.

Die bisher dargelegten Resultate sind, wie bereits bemerkt wurde, aus der Untersuchung der freipräparirten, um ihre Axe gedrehten Stammspitze abgeleitet. Minder schwierig, aber auch minder überzeugend, lassen sich die gleichen Ergebnisse aus der Betrachtung des radialen Längsschnittes durch die Stammspitze gewinnen. Auch hier sind in den obersten Segmentumläufen die Segmentgrenzen an ihren starken Contouren deutlich zu erkennen; weiter abwärts muss dagegen die Anordnung der Zellcomplexe wieder den Ausschlag geben (X. 1 D). Bei den Innenzellen ist übrigens die Ausgleichung nicht vollständig: sie greifen noch immer leiterartig in einander.

Gehen wir nach Feststellung der erörterten Thatsachen einen Schritt weiter, so erhalten wir Gelegenheit zu einer, wie ich hoffe, nicht unbrauchbaren Erklärung einer bei den Equiseten zuweilen vorkommenden Monstrosität: der Auflösung mehrerer oder aller Quirle in eine Spirale. Die gleichmässige Entwickelung der Segmente müsste, wenn die Segmentumläufe gleichwohl Blattknoten repräsentiren, wie schon oben angedeutet wurde, eine spiralige Anordnung der Scheidenzähne nothwendig zur Folge haben; es erklärt sich also die dann und wann vorkommende Anomalie durch Nichts einfacher und besser, als durch die Annahme, dass in diesen Ausnahmsfällen die Segmente sich — ständig, während der ganzen Entwickelung eines Sprosses, oder auch nur unterbrechungsweise — nach der anfänglichen Norm, nicht nach der sonst zur Regel gewordenen Modification der Norm entwickeln. Die Blattspirale würde um so steiler, je lebhafter das Vertikalwachsthum der Segmente stattfände[1]), deren Grenzen alsdann auch, anstatt horizontal, schief um den Vegetationskegel verlaufen müssten. Wenn Duval-Jouve sehr richtig bemerkt[2]), er lege den Erklärungen von Anomalieen erst dann einen Werth bei, wenn man letztere in bestimmte Beziehungen zur gesetzmässigen Entwickelungsgeschichte bringen könne, so dürfte sich auch umgekehrt der Werth einer entwickelungsgeschichtlichen Anschauung um so höher stellen, wenn dieselbe auch die vorkommenden Anomalieen zweck-

1) Je lebhafter das Vertikalwachsthum in den einzelnen Segmenten, desto bedeutender wird auch der Unterschied der Höhenausdehnung bei den Segmenten eines Umlaufes sich zeigen.

2) Duval-Jouve a. a. O. 145: „Ce que je viens de dire des considérations morphologiques, je le pense à plus forte raison des opinions tératologiques. Il me semble qu'elle n'auront une valeur vraiment scientifique, que lorsque l'on connaîtra à fond les lois de l'évolution élémentaire de chaque organe. Alors seulement l'on pourra rapporter les anomalies aux lois générales, et reconnaître avec certitude comment dans chaque anomalie l'application de ces lois a été modifiée par défaut ou par excès etc."

mässig erklärt. Leider war es mir nicht vergönnt, directe Beobachtungen an lebenden Exemplaren, welche die besprochene Monstrosität zeigten, anzustellen, und ich musste mich deshalb darauf beschränken, in der vorhandenen Literatur mich nach den etwaigen übereinstimmenden und widersprechenden Momenten umzusehen; der letzteren habe ich glücklicherweise keine gefunden [1]).

---

1) Die einschlägige Specialliteratur ist, soweit sie mir bekannt geworden, folgende:

Vaucher, Monographie des Prêles. Mém. d. l. soc. de Phys. et d'hist. nat. de Genève. Tome I. Prem. partie. 1821.

p. 564. pl. II. A. Spross von Equisetum Telmateya mit linkswindender Spirale.

Moquin-Tandon, Pflanzenteratologie, deutsch von Schauer. Berlin 1842.

S. 165 u. 296 wird ein wiederholtes Vorkommen des von Vaucher beschriebenen Falles erwähnt.

Milde, Beitrag zur Kenntniss der Equiseten. Nova Acta etc. XXIII. 2. 1852.

S. 594. Fig. 40. 42. Ast und Astspitze von Eq. Telmateya mit linkswindender Spirale an einem rechtsgedrehten Stamm. (Milde gibt die Windung umgekehrt, d. h. im Sinne der Mechanik an.)

S. 600. Fig. 44. Stengel von Eq. palustre mit linkswindender Spirale.

S. 601. Fig. 45. Proliferirender Fruchtst. von Eq. limosum mit rechtswindender Spirale.

S. 603. Ohne Abbildung. Steriler Stengel von Eq. limosum mit Spiralstellung der Scheidenzähne. Windungsangabe fehlt.

Milde, Die Gefässkryptogamen Schlesiens. Nova Acta XXVI. 2. 1857.

Taf. XXXVI. 55. Stengel von Eq. limosum mit linkswindender Spirale.

Döll, Flora des Grossh. Baden I. 1857.

S. 55. Auflösung der obersten Scheide bei Eq. palustre polystachyon. Entsprechende Anfänge an Herbariumsexemplaren wurden mir von Herrn Geh. Hofrath Döll gütig mitgetheilt.

Reinsch, Flora 1858, Nr. 5.

S. 69. Stengel von Eq. Telmateya mit rechtsgewundener Spirale. Umständliche Erklärungsversuche und Berechnung, wieviele Quirle in die Spirallinie fallen etc.

Idem, Flora 1860, Nr. 47.

S. 721. Taf. VII. 9. Ein gleicher Fall.

Duval-Jouve a. a. O.

S. 151 f. Eine Zusammenstellung, ähnlich wie die vorliegende, ohne eigene Beobachtungen. Nach einer beigefügten Tabelle wäre die Anomalie häufig bei Eq. Telmateya, selten bei palustre, limosum und arvense.

Zu vergleichen wäre noch: A. Braun, Vergl. Unters. über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen. N. A. XV. 1831, p. 351 (Casuarina) Taf. XXXV. 5—7; ferner Brongniart, Hist. d. végét. foss. Tome I. pl. 12. Fig. 6.

Aus allen diesen Angaben lässt sich nur soviel entnehmen, dass erstens die Windungsrichtung der Spiralen bei einer und derselben Art verschieden, dass ferner die Auflösung der Quirle mit einer Axendrehung verbunden sein kann, oder nicht, dass endlich diese Axendrehung der Spiralwindung der Scheide gleichläufig oder entgegen-

IV. Entwickelung der Innenzellen zu Markgewebe und Knotenquerplatten.

Die primären Innenzellen des Vegetationskegels theilen sich, ohne dass eine genaue Feststellung der Theilungsfolge möglich, oder auch nur besonders wünschenswerth wäre, nach allen drei Raumdimensionen noch so lange, bis eine nach Species und Sprossarten verschiedene, innerhalb der Species bei gleichartigen Sprossen ziemlich constante Zahl von Markzellen gebildet ist. Als Dauergewebe kann man diese Zellen insofern kaum bezeichnen, als dieselben sehr bald — bei der Unmöglichkeit, dem Dickenwachsthum des Internodiums zu folgen — ihren Inhalt verlieren, Luft eintreten lassen, endlich auseinandergerissen werden, um der Centrallufthöhle des Internodiums Platz zu machen.

Eine etwas abweichende Entwickelung machen dagegen die Zellen der untersten Zelllage jedes Segmentumlaufes, bzw. der aus derselben mittelst der oben schon beschriebenen Horizontaltheilung hervorgegangenen zwei Zellschichten durch. Sie wiederholen, nachdem in dem übrigen Markgewebe die Theilung aufgehört hat, dieselbe nach jeder Raumdimension noch ein- bis zweimal, vermögen in Folge dessen dem Dickenwachsthum der Internodien besser zu folgen und scheiden als dauernde Querplatten (Diaphragmen) von 4—5 Zelllagen (nicht, wie Hofmeister[1]), wohl aus Versehen, angibt, als eine „Doppellage von Zellen") im Knoten die Centrallufthöhlen zweier aufeinanderfolgenden Internodien, um erst mit dem zugehörigen Stengeltheil selbst abzusterben.

Die Zahl der Theilungen der vorhandenen Innenzellen, bzw. die zu erreichende Anzahl von Markzellen, steht in genauem Zusammen-

---

läufig sein kann. Mit dem Wechseln der Drehungsrichtung in der Scheitelzelle stimmt das Vorkommen beider Windungsrichtungen der Blattspirale bei der gleichen Art; vielleicht ist es auch mehr als Zufall, dass, bei dem entschiedenen Vorherrschen der Linksdrehung in der Scheitelzelle, über zwei Drittel der beobachteten Anomalieen Linksdrehung zeigen. — Bezüglich der von Reinsch (s. o.) gemachten Versuche, durch Addition sämmtlicher in die Spirale fallenden Zähne und Division mittelst der gewöhnlichen Anzahl von Zähnen eines Quirles die Zahl der aufgelösten Quirle zu bestimmen, kann ich mein Erstaunen über deren Umständlichkeit nicht verbergen. Ich weiss nicht, ob man einmal ein Exemplar mit der fraglichen Anomalie der Länge nach durchschnitten hat; aber ich denke mir, die, wenn auch etwas gewunden und schief verlaufenden, doch jedenfalls vorhandenen Knotenquerplatten müssten die Grenze zwischen zwei Quirlen sehr einfach und sicher bezeichnen.

1) Hofmeister, Vergl. Unters. 93. Engl. Ausgabe 275.

hang mit der äusseren Gestalt des Vegetationskegels. Unter den von mir untersuchten Arten lassen sich als Extreme einerseits Equis. scirpoides mit sehr schlankem, spitzem Vegetationskegel und sehr wenigen Markzellen, andererseits Equis. limosum mit meist abgestumpfter, verbreiterter, äusserst markreicher Stammspitze feststellen. Uebrigens schwanken, wie auch Hofmeister[1]) hervorhebt, diese Verhältnisse nicht unbeträchtlich nach der Art der untersuchten Sprosse sowohl, als nach der Jahreszeit der Untersuchung. Die Auseinanderreissung der Markzellen tritt am ehesten bei Eq. limosum ein, dessen stärkste Sprosse schon wenige Millim. unter dem Scheitel die Centralluftöhle ausbilden, während bei den übrigen Arten das Mark noch 1,5—2 Cm. unter dem Scheitel intact ist.

Das Wesentlichste an der Entwickelung der primären Innenzellen des Vegetationskegels ist jedenfalls die Thatsache, dass die genannten Zellen und das ihnen entstammende Markgewebe am Dickenwachsthum des Stammes einen mehr oder minder bedeutenden Antheil nehmen, bei dessen Längenwachsthum dagegen wesentlich unbetheiligt bleiben. Letzteres wird, wie noch theilweise im Folgenden näher gezeigt werden soll, ausschliesslich durch die Basis der Scheiden, und da diese letzteren nur aus Aussenzellen hervorgehen, durch diese vermittelt[2]).

Bei der Ausführlichkeit und, soweit ich urtheilen kann, fast durchgängigen Correctheit, mit welcher die meisten der weiter zu untersuchenden Entwickelungsphasen schon von Hofmeister und Duval-Jouve behandelt worden sind, glaube ich von einer vollständigen Beschreibung derselben absehen und nur diejenigen Momente hauptsächlich hervorheben zu müssen, bezüglich deren ich neue Thatsachen und abweichende Ansichten vorzutragen habe. Aus den gleichen Gründen habe ich einzelne Fragen, z. B. die Bildung der Epidermis u. a. m., ganz unberücksichtigt gelassen.

---

1) Hofmeister, Vergl. Unters. 93.

2) Vergl. Hofmeister, Vergl. Unters. 90; ferner Spring, Monogr. des Lycopodiacées, in Mém. d. l'acad. royale d. Bruxelles 1849, p. 291; endlich Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop. 1866, S. 598.

Einen aus der Beobachtung im Grossen geschöpften Beweis für die gleiche Thatsache, den auch ich bestätigen kann, liefert Duval-Jouve a. a. O. 61.

V. Entwickelung der Blattscheide aus den Aussenzellen des Segmentumlaufes.

Unmittelbar nach der Ausgleichung der Segmente beginnt im ausgeglichenen (I) Segmentumlauf die Entwickelung der Blattanlage. Ersterer stellt einen Complex von 4—6 horizontalen Zelllagen dar, von welchen ausschliesslich die Aussenzellen zur Bildung der Blattanlage beitragen. Die Grundzüge dieser Entwickelung sind bei allen untersuchten Arten dieselben; unbedeutende Variationen hängen zusammen mit der schwankenden Anzahl der Zelllagen eines Segmentumlaufes, bzw. der Anzahl der bei der Scheidenentwickelung betheiligten Aussenzellzonen. Eines der einfacheren und instructivsten Objecte bietet Eq. variegatum mit je 5—6 Zelllagen und entsprechend vielen Aussenzellzonen im ersten Segmentumlaufe. Auf dem radialen Längsschnitt (XI. 6) erscheinen die Aussenzellen jeder Zone bereits durch wiederholte tangentiale Theilungen in horizontale Zellreihen geschieden; jede dieser Reihen, bzw. der aus derselben entstehende Zellcomplex lässt sich durch die noch in erster Entwickelung begriffenen Blattanlagen abwärts verfolgen.

Die oberste Reihe (A A' der Fig. XI. 6), zunächst unter den Knotenlagen des nächstjüngeren Segmentumlaufes gelegen, theilt sich fortan mittelst zum Verlauf der Reihe selbst senkrechter Wände.

Die zweite Reihe (B B' etc.) gestaltet ihre Aussenzelle zur Scheitelzelle der Blattanlage, d. h. die ganze Aussenzellenzone dieser Zellenlage wird zur Scheitelzone der rings um den Vegetationskegel sich erhebenden Scheide. Es geschieht dies dadurch, dass jede Aussenzelle von B sich mittelst einer gegen den Horizont geneigten Wand α in eine obere Aussenzelle, bzw. Scheitelzelle der Scheide und in eine untere Aussenzelle theilt. Letztere wird durch eine verticale tangentiale Wand in eine Innenzelle und eine neue Aussenzelle geschieden; diese beiden theilen sich weiter durch zur Oberfläche der Scheidenanlage tangentiale, also annähernd senkrechte Scheidewände.

Die Scheitelzelle wächst nach Hofmeister[1]) durch wechselnd geneigte Scheidewände, nach Duval-Jouve[2]) durch Wiederholung des vorhin beschriebenen Vorganges, so dass das Theilungsproduct stets eine neue Scheitelzelle nächstjüngerer Generation und eine untere, durch vertikale tangentiale Wände sich weiter theilende

1) Hofmeister, Vergl. Unters. 90.

2) Duval-Jouve a. a. O. 56. Pl. VII. 24 bis.

Aussenzelle darstellt. Ich selbst glaubte anfänglich der Angabe Duval-Jouve's beipflichten zu müssen, habe mich aber, zumal durch die freundlichst gestattete Ansicht von Herrn Prof. Hofmeister's eigenen Präparaten, zu der Annahme bekehren lassen, dass beide Theilungen an einer und derselben Blattanlage abwechselnd vorkommen. Diese Vereinigung beider Theilungsweisen gibt sich sehr einfach in dem Falle, als nicht auf jede der gegen den Horizont geneigten Wände der Scheitelzelle eine entgegengesetzt geneigte folgt, sondern die Bildung von Wänden der ersten Art sich einigemale ohne Unterbrechung wiederholt. Solche Wiederholungen finden an der noch unentwickelten, erst aufwärts zu biegenden Scheide wohl öfters, an der entwickelten kaum mehr statt. Constant kann der von Duval-Jouve behauptete Theilungsmodus schon deshalb nicht sein, weil er nothwendig zur Involution der Scheide führen müsste[1]).

Die nächstfolgende Zellenzone (C, C' etc.) theilt sich erst ein- bis zweimal ähnlich wie B durch gegen den Horizont geneigte Wände (β), dann aber folgen äusserst zahlreiche Längstheilungen (auf die Richtung der jungen Scheide bezogen: Quertheilungen), welche zunächst das Basalwachsthum der Scheide vermitteln. In der drittjüngsten Blattanlage hat sich aus dieser Zellenzone ein Gewebe paralleler, prismatischer, gestreckter Zellen gebildet, das sodann durch Ausscheidung des Cambiums für das Längenwachsthum des Internodiums und die Anlage der Gefässstränge vorzugsweise von Bedeutung wird.

Die unterste Zone der Aussenzellen (D D', meist eine Doppellage) theilt sich zunächst durch senkrechte, später auch durch horizontale Wände, betheiligt sich also gemeinschaftlich mit C am Dicken- und Längenwachsthum des Internodiums. Alsbald nach der Anlage des ersten Ringgefässes verdickt sich ein Theil der Zellen dieser Zone spiralig und vermittelt den Anschluss an das Gefässbündel des nächstniedereren Internodiums.

Die Gesammtentwickelung eines Segmentumlaufes zu Internodium, Knoten und Scheide resumirt sich etwa in folgender Weise:

Die Zellen des Segmentumlaufes lassen sich in vier Schichten (wovon mehrere Doppellagen von Zellen sein können) scheiden; die aus primären Innenzellen hervorgegangenen Markzellen tragen nur zum Dickenwachsthum des Stammes bei, und sterben, mit Ausnahme ihrer untersten, zur Knotenquerplatte sich umbildenden Schichte,

1) Uebrigens überwiegt das intercalare Wachsthum des Blattes weitaus das Scheitelwachsthum, welches nur langsam vor sich zu gehen scheint. Am stärksten wächst das Blatt an seiner Basis, in C.

früh ab. Von den Aussenzellen übernimmt die zweitoberste Zone das Scheitelwachsthum, die beiden oben und unten anliegenden das intercalare Wachsthum der Scheide; die unteren Schichten, speciell C, sind zugleich Hauptfactoren beim Längenwachsthum des Internodiums.

Anfänglich wächst die Scheitelzone (B) der Blattanlage, unterstützt durch das intercalare Wachsthum in den übrigen Zelllagen, als rings um den Vegetationskegel gleich hohe Scheide empor; nach kurzer Zeit aber eilt an bestimmten Punkten [1]) der Scheitelzone je eine Zelle im Längenwachsthum den übrigen voraus: sie wird zur Scheitelzelle des primären Scheidenzahns. Durch oft mehrfach wiederholte Gabelung der so entstandenen primären Zahnanlagen entsteht endlich die definitive Anzahl von Scheidenzähnen [2]). Zugleich vertheilt sich das Dickenwachsthum der Scheide auf bestimmte, in der Mediane der Zahnanlagen liegende Richtungen und lässt an den zwischenliegenden Stellen, den zukünftigen Rinnen, beträchtlich nach. Eine lebhafte, in den Zähnen der viert- bis fünftjüngsten Blattanlage plötzlich eintretende Streckung der Endzellen jedes Zahnes vergrössert deren Längsdurchmesser ums Drei- bis Vierfache, bei Eq. Telmateja, nach Duval-Jouve's Angabe [3]), sogar ums Zehnfache.

Duval-Jouve lässt an den bestimmten Punkten der noch unveränderten Scheide nicht je eine, sondern je zwei Zellen Scheitelzellen der primären Zahnanlage werden; Hofmeister gibt die gleiche Darstellung, wie die meinige. Beide Angaben lassen sich unter der Voraussetzung bequem vereinigen, dass die primären Zähne in

---

1) Ueber deren Anzahl und Stellung s. unten.

2) Nachträgl. Anm. So lautete bezüglich der Scheidenzähne von Equisetum bisher die allgemeine Annahme (vergl. Hofmeister und Duval-Jouve). Ich hatte keinen Grund, dieselbe anzuzweifeln, und wenn nun auch durch neueste Untersuchungen Hofmeister's für Casuarina die Nachweisung gegeben wurde (lt. mündl. gef. Mittheilung), dass bei dieser Pflanze die Vermehrung der Wirtelglieder durch Zwischentreten secundärer zwischen die primären Blattanlagen, nicht durch Gabelung der letzteren zu Stande kömmt, so folgt daraus, zumal es an bestimmt constatirten Gabelungsprocessen keineswegs mangelt (vergl. u. A. Payer, traité d'organogénie comparée de la fleur, pag. 32 u. a., Eichler, Ueber den Blüthenbau der Fumariaceen, Cruciferen und einiger Capparideen. Flora 1865, S. 36 des Sep.Abdr.), noch keineswegs die Unrichtigkeit der Gabelungstheorie für Equisetum. Was ich, sowohl auf Oberflächenansichten, als auf successiven Querschnitten durch die Stammspitze darüber ermitteln konnte, lässt ebensowohl die eine, wie die andere Deutung zu. — Bei der fast völligen Gleichgültigkeit dieser Frage gegenüber der weiteren Argumentation darf ich wohl von einer definitiven Erledigung derselben, die sich mit überzeugender Gewissheit keineswegs leicht beschaffen liesse, hier absehen.

3) a. a. O. S. 57.



der Anlage eine, unmittelbar vor der Gabelung zwei Scheitelzellen zeigen, während nach erfolgter Gabelung die secundären Zähne wieder nur eine Scheitelzelle besitzen; wo tertiäre Zähne als Producte einer zweiten Gabelung auftreten, wiederholt sich dann der Vorgang. Ich habe leider versäumt, mir über diesen Punkt eine vollständige Entwickelungsreihe zu verschaffen, glaube mich aber zur gegebenen Darstellung schon durch folgende Thatsachen berechtigt: Bei Eq. arvense traf ich an einem sehr jungen (dem drittjüngsten) Quirl sechs Zähne mit je einer und einen mit noch zwei Scheitelzellen; letzterer war offenbar ein eben in Theilung begriffener Zahn erster Generation, die andern sechs schon Gabelungsproducte. An den Aesten von Eq. sylvaticum, deren Scheidenzähne sich nie gabeln, sieht man von Anfang an nur Zahnanlagen mit einer Scheitelzelle.

VI. Blattstellung.

Nach Hofmeister's und Duval-Jouve's Darstellung wäre die Lage der zu primären Zahnscheitelzellen sich ausbildenden Zellen der Scheide, bzw. die zu primären Zahnanlagen sich entwickelnden Zellcomplexe nicht morphologisch bestimmt. Es lässt sich auch nicht leugnen, dass sowohl die, nicht nur innerhalb der Species, sondern auch an einem und demselben Exemplar schwankende Anzahl der primären Zahnanlagen und ausgebildeten Zähne, als auch die regelmässige Alternation der Quirle eine gesetzmässige Beziehung zwischen den Theilungen der Scheitelzelle oder Anlagen der ersten Zähne, oder überhaupt die Entstehung der einzelnen Scheidenzähne aus morphologisch gleichwerthigen Zellcomplexen unwahrscheinlich macht. Für eine solche Beziehung spricht dagegen von vornherein der Umstand, dass die Querabtheilung der Stammes in Internodien im engsten Zusammenhange mit den Theilungen der Scheitelzelle steht, wodurch die Wahrscheinlichkeit eines gleichen Verhältnisses für die Längsabtheilung der Internodien ebenfalls nahe gelegt wird.

Eine befriedigende Lösung dieser Frage dürfte gerade bei Equisetum nicht zu den leichtesten Aufgaben gehören, und wenn ich im Folgenden mich bemühe, ebenso den mir vorliegenden Thatsachen, als den begründeten Forderungen der Morphologie gerecht zu werden, so bin ich mir selbst am besten bewusst, dass zur vorwurfsfreien Durchführung der folgenden Auffassung die vorhandenen Daten nicht ausreichen. Dass sich diese letzteren leicht in hinreichender

Weise werden ergänzen lassen, möchte ich bezweifeln; gegenüber jeder angemessneren Deutung und Verwerthung derselben ziehe ich meinen Versuch gern zurück.

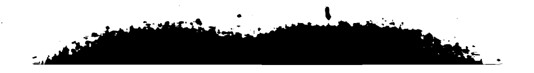
Wollte man sich auf die schärfsten Fragen der Morphologie einrichten, so gälte es, diejenigen Zellen des Segmentumlaufes einzeln zu bezeichnen, welche zu Scheitelzellen der primären Zahnanlagen werden sollen; die Unmöglichkeit, diese Frage zu beantworten, liegt auf der Hand, indem der „die Gestalt werdender Pflanzentheile bestimmende Bildungstrieb um so weniger in den Einzelnheiten der Zellenvermehrung sich zu erkennen gibt, als die betreffenden Organe aus zahlreicheren Zellen zusammengesetzt sind. Die Hauptrichtungen, in welchen die Zellenvermehrung erfolgt, sind bestimmte; die Zahl und Reihenfolge der Zelltheilungen in diesen Richtungen aber bewegt sich in nicht eben engen Grenzen[1]).“ Wir müssen uns also im besten Falle darauf beschränken, dem nachgewiesenen Zusammenhang zwischen der Quirlbildung und der Quertheilung des Stammes in Umläufe von je drei Segmenten eine analoge Beziehung zwischen der Lage der primären Wirtelglieder und der Vertikaltheilung des Vegetationskegels an die Seite zu stellen.

Was zunächst die Zahl der primären Zahnanlagen an der jugendlichen Scheide anbelangt, so nimmt Duval-Jouve[2]) allgemein die Vierzahl derselben an; ebenso Hofmeister[3]) für sämmtliche Sprossarten (die secundären Axen der Embryonen abgerechnet). Diese Angaben glaube ich dahin modificiren zu dürfen, dass (mit Ausnahme der genannten Embryoaxen) bei sämmtlichen Sprossen von

Equis. scirpoides immer 3,
Equis. variegatum und hiemale 6, zuweilen 7 oder 8,
Equis. arvense und sylvaticum 4, 7 oder 8, bei Equis. arvense selten auch 6

primäre Zahnanlagen sich bilden. — Bei dem einfachst gebauten Equisetum, Equis. scirpoides, treten die drei Zahnanlagen auf dem Querschnitt des Vegetationskegels als abgestumpfte Seitenkanten der im Umriss dreieckigen Querscheibe auf, und das völlige Zusammenfallen je eines zur Zahnanlage sich gestaltenden Complexes mit je einem Segmente des Umlaufes tritt unverkennbar hervor (X. 4—6). Bei Arten mit sechszähliger primärer Zahnanlage — Eq. variegatum und hiemale — zeigen gelungene Querschnitte das Zusammenfallen von

1) Hofmeister, Beitr. II. 645.
2) a. a. O. 57.
3) Beitr. I. 175. Vergl. Unters. 91. Engl. Ausg. 270 u. 302.



je einem Sextanten und einer Zahnanlage. Bei Eq. arvense und sylvaticum endlich scheint sich die siebenzählige Anlage so zu bilden, dass eines der Segmente statt durch eine Sextantenwand S durch je zwei heterodrome Wände S′ (vergl. die Einleitung und X. 7) sich theilt; bei achtzähliger Anlage tritt dieser Vorgang in zwei Segmenten auf (X. 8). Für die — übrigens verhältnissmässig seltnere — vierzählige Anlage von Eq. arvense (hier ist die Siebenzahl am häufigsten) und sylvaticum kann ich zur Erklärung nur eine bei Equis. scirpoides einmal beobachtete Anomalie[1]) beiziehen: hier hatten sich, bei der ausnahmsweise vierzähnigen Scheide, gleichfalls aus dem einen, durch zwei Wände S′ getheilten grösseren Segmente zwei Zähne, aus den beiden andern je einer entwickelt.

Soviel zur Constatirung des thatsächlichen Zusammenhanges zwischen der Stellung der primären Blattanlage und den Theilungen der Scheitelzelle und ihrer Segmente. Bei der Verschiedenheit der nachgewiesenen Verhältnisse wäre der Morphologie im Allgemeinen nicht der beste Dienst geleistet, wenn nicht diese sämmtlichen Variationen sehr leicht von einem Grundplane sich ableiten liessen und der Grundplan selbst bei bestimmten Sprossen gleichförmig entwickelt hervortreten würde: Die secundären Axen des Embryo bringen bei allen von Hofmeister untersuchten Arten, Eq. arvense, pratense und variegatum, und ohne Zweifel auch bei sämmtlichen anderen, stets drei primäre Zahnanlagen hervor. Durch diese Nachweisung gilt die Dreizahl der primären Zahnanlagen ohne Weiteres als Typus, alle übrigen Vorkommnisse erscheinen lediglich als leicht zurückführbare Variationen desselben. — Nun fehlt freilich in meinen Beweismitteln ein wichtiges Glied: ich hatte keine Gelegenheit, secundäre Embryoaxen selbst zu untersuchen und kann nicht behaupten, dass dieselben bezüglich der Identität von Blattanlage und Segment dem angegebenen Schema entsprechen; auch gestatten Hofmeister's Zeichnungen, ohne Rücksicht auf diese Frage entworfen, darüber keinen Ausspruch. Trotzdem glaube ich nicht zu weit zu gehen, wenn ich eine volle Uebereinstimmung zwischen dem stets typisch bleibenden Eq. scirpoides und den, zunächst durch keinerlei physiologische Ursachen in ihrer morphologischen Entwickelung modificirten secundären Keimaxen voraussetze. Wer weiss, wie wenig sicher man darauf rechnen kann, brauchbares Material von Keimpflanzen bei Equisetum zu erhalten, wird mir nachsehen, dass ich hier eine nur

1) Dieselbe scheint nach Milde, Sporenpflanzen S. 130, nicht gerade selten vorzukommen.

mit einem Wahrscheinlichkeitsbeweis belegte Hypothese als Prämisse mit einschiebe.

Bei den bisherigen Erörterungen musste zunächst ein wesentlich störendes Moment unberücksichtigt bleiben: die Alternation der Quirle. Die drei primären Zahnanlagen (so lange sie noch nicht als freie Scheidentheile hervortreten) fallen mit den Segmenten zusammen, die sechs primären mit den Sextanten u. s. f.; aber schon im allerjüngsten, der Beobachtung zugänglichen Zustande alterniren die freien primären Zähne je zweier Quirle. Das kaum plausibel gemachte Ergebniss droht dadurch umgestossen zu werden, wenn es nicht gelingt, eine angemessene Erklärung der Alternation beizubringen. Deren einfachste Erklärung, unter Beziehung auf die Theilung der Scheitelzelle, wäre gegeben, wenn die Divergenz der Segmente nicht genau $^1/_3$, sondern eine bestimmte Gradezahl mehr oder weniger betrüge, also eine constante, in einer und derselben Richtung fortschreitende Verschiebung der Segmente um eine bestimmte Anzahl von Graden stattfände. Durch die Thatsache, dass die Divergenz ziemlich genau $^1/_3$ beträgt, und die unbedeutenden Abweichungen vom idealen Divergenzwinkel sich in jedem Segmentumlaufe wieder ausgleichen, fällt selbstverständlich dieser Erklärungsversuch.

Eine zweite Möglichkeit, welche ich kaum zu widerlegen brauche, wäre die Annahme einer beständigen Axendrehung im Internodium. Eine solche ist unwahrscheinlich wegen der bedeutenden Schwankungen in der Gradezahl der erforderlichen Drehung (je nach der Anzahl der Zahnanlagen); unmöglich, weil der Gefässbündelverlauf, welcher von der Drehung nothwendigerweise berührt werden müsste, keine Spur einer solchen erkennen lässt. Die Drehung könnte aber auch im Knoten stattfinden, so dass je zwei aufeinander folgende Internodien gerade um den halben Abstand zweier Zahnmedianen gegeneinander verschoben würden. Eine derartige Drehung müsste bei der geringen Mächtigkeit der davon betroffenen Zellschichte um so eher in die Augen fallen, aber auch sie lässt sich durchaus nicht nachweisen. Die Annahme einer Drehung um die Axe des Vegetationskegels bleibt also gleichfalls ausgeschlossen.

Für eine morphologisch und physiologisch zulässige, mit dem Zusammenhang der Segmente und Blattanlagen einerseits, der Alternation der Quirle andererseits verträgliche Erklärung der Blattstellung bleibt überhaupt nur eine Annahme denkbar: die Verschiebung der freien Scheidentheile in horizontal-tangentialer Richtung. Thatsächlich beweisen lässt sich auch diese

nicht; sie hat aber auch meines Erachtens keine plausible Einwendung gegen sich, und manche noch zu besprechende Erscheinungen lassen sich wenigstens als nicht unwichtige Nebenbeweise für dieselbe einführen.

Wir kehren zu dem Querschnitt durch die Stammspitze von Eq. scirpoides zurück, welcher uns den Zusammenhang zwischen der jüngsten Blattanlage und den Segmenten zeigte. Die Blattanlagen erscheinen als abgestumpfte Ecken des dreiseitigen Querschnittes und sind noch nicht als freie Scheidenspitzen von der Axe geschieden. Sobald diese Scheidung eingetreten, lässt sich über die ursprüngliche Stellung der nun freien Scheidenzähne nichts mehr entscheiden: wir sehen nur die gleichförmig wechselnde Beziehung zwischen der Stellung der einzelnen Quirle und der Längstheilung des durchschnittenen Vegetationskegels (X. 4. 5) und haben die Frage nach deren Herkunft zu beantworten.

Nägeli (Beitr. z. wissensch. Bot. I. 40 ff.) glaubt den Schwierigkeiten, die sich einer correcten Erklärung mancher Blattstellungsverhältnisse entgegenstellen, am besten durch die Annahme dreier verschiedener Blattstellungen zu begegnen, zweier, der sinnlichen Beobachtung zugänglichen, der definitiven und der Knospenblattstellung, und einer dritten, hypothetischen, der genetischen Blattstellung. Letztere musste, zusammenhängend mit den Verhältnissen der Scheitelzelle, verglichen mit den beiden anderen, die eigentlich morphologisch richtige Blattstellungsdeutung ergeben.

Für Equisetum fallen zunächst zwei dieser Blattstellungen in der Hauptsache zusammen: die Knospenblattstellung und die definitive (die zwischen beide fallenden Gabelungen stellen ja immer wieder die gleiche Blattstellung her). Die genetische Blattstellung dagegen wird aus der mehrfach besprochenen Erscheinung am Querschnitte des Vegetationskegels von Eq. scirpoides ersichtlich; zwischen sie und die Knospenblattstellung fällt die hypothetische Verschiebung der freien Scheidentheile. Gegen die Annahme dieser unbewiesenen Verschiebung mag man ernstliche Bedenken erheben; aber genau dieselbe Verschiebung, durch genau dieselben physiologischen Ursachen bedingt, lässt sich einen Schritt weiter in der Knospenentwickelung gar nicht entbehren, und wenn auch nicht thatsächlich, doch theoretisch nach dem Gesetze des ausgeschlossenen Dritten beweisen: Gegeben eine Stammspitze mit der primären Knospenblattstellung — je 3, oder 6, oder 4, oder 7 Scheidenzähne in den zwei alternirenden jüngsten Quirlen; die primären Zähne gabeln sich (für den Fall der

Neubildung secundärer Zähne zwischen den primären gilt im Grunde das gleiche Raisonnement) — gleichviel ob einzeln oder sämmtlich: die Alternation wird an jeder Gabelungsstelle aufgehoben, die secundären Zähne zweier Quirle fallen senkrecht übereinander. (Das Gleiche gilt auch dann, wenn der ältere Quirl schon mehr Zähne zählte, als der jüngere, und nur die Zähne des jüngeren Quirls sich gabeln.) — Da wir trotzdem die Alternation wiederhergestellt finden, so bleibt zur Erklärung einzig und allein die Annahme einer Verschiebung der freien Scheidentheile in horizontal-tangentialer Richtung übrig. Was aber für die secundären Zähne gilt, wird auch füglich für die primären sich geltend machen lassen, und somit die Annahme, dass die Alternation der jüngsten Quirle und damit aller folgenden das Product einer Verschiebung der, aus den Segmenten, bzw. Sextanten morphologisch gleichwerthig entwickelten primären Zahnanlagen darstelle, nicht so ganz unbegründet erscheinen [1]).

Fragen wir schliesslich nach der physiologischen Ursache dieser Verschiebungen, so geben uns die werthvollen Thatsachen, welche Hofmeister [2]) über den Einfluss entwickelter Organe auf die jüngeren, und die Wachsthumsweise des Vegetationskegels überhaupt, zusammenstellt, seine Wachsthumstheorie im Allgemeinen [3]), endlich die Darwin'sche Idee der Zweckmässigkeit, die nöthige Auskunft. Ein Quirl entwickelter Blätter wird einen jüngeren, gleichsinnigen, den er in der Knospe ganz überdeckt und umschliesst, nicht gut aufkommen lassen; der Druck, welchen seine Blätter auf ihre Unterlage ausüben, verschiebt die letztere in tangentialer Richtung: eine zweckmässigere Stellung der Blattquirle, die Alternation wird erzielt [4]). Physiolo-

1) Die Verschiebung äussert sich dann in einseitigem Wachsthum: der primäre Zahn, einem gleichschenkeligen Dreieck entsprechend, gabelt sich in der Richtung einer von seiner Spitze auf seinen Grund gezogenen Vertikallinie. Um aus den entstandenen rechtwinkeligen Dreiecken wieder gleichschenkelige herzustellen, ist eben ein einseitig stärkeres Wachsthum erforderlich; dasselbe liefert uns wieder gleichschenkelig dreieckige, und zugleich mit den anstossenden Quirlen alternirende, secundäre Zähne. Selbstverständlich ist der ganze Vorgang vor der Gefässbündelanlegung in den Zähnen abgeschlossen.

2) Hofmeister, Handb. d. phys. Bot. I. 140 ff.

3) a. a. O. 129 ff.

4) Der Gabelung der primären und theilweise der secundären Zähne dürften ähnliche Ursachen zu Grunde liegen. Die für eine Species gewöhnliche Zahl von Scheidenzähnen ist um so beträchtlicher, je stattlicher die Species; die meisten Zähne besitzen beispielsweise unter den bekannteren europäischen Arten Eq. limosum und Telmateja, die wenigsten Eq. variegatum und scirpoides. Auch innerhalb der einzelnen Art nimmt



gische Ursachen modificiren dann die morphologisch bestimmte Blattstellung[1]).

Wie schon Eingangs erwähnt, darf ich diese Ausführung nur bedingungsweise aussprechen; dass ich sie überhaupt ausgesprochen, wird der Leser gern einerseits mit den Schwierigkeiten entschuldigen, welche sich der definitiven Aufklärung der Frage entgegenstellen, andererseits mit dem Umstand, dass ein Theil der specielleren Begründung durch Untersuchungen an schwer oder gar nicht genügend zugänglichem Material, an Keimpflanzen oder auch an Sprossen mit aufgelösten Quirlen festgestellt werden müsste. — Eine entgegengesetzte Auffassung wird vielleicht das Zusammenfallen von Segmenten (bzw. Sextanten) und Blattanlagen für unwesentlich und unbeständig, die angenommenen Verschiebungen für werthlose Hypothesen erklären. Sie wird, so lange ich die oben gegebene nicht entschiedener zu begründen im Stande bin, gleichberechtigt neben ihr stehen, wenngleich ich glaube, mit der letzteren auch der Anschauung gerecht geworden zu sein, die aus Hofmeister's gründlichen Untersuchungen über einschlägige Fragen fast zwingend sich ergibt. Ein weiteres Eingehen auf die nächste Frage, Erörterungen über Ursache und Wirkung in letzter Instanz können hier bescheidener und billiger Weise nicht am Platze sein.

VII. Astbildung.

Von regelmässig astbildenden Arten habe ich Eq. arvense und sylvaticum untersucht. Im October ausgegrabene Rhizomstücke zeigten theils grosse, keulige Sprosse, theils 6—10mal kleinere, kegelförmige Knospen. Anatomisch untersucht, erwiesen sich die ersteren als die im nächsten Frühjahr hervorbrechenden fruchtbaren Sprosse mit bereits völlig entwickelten, aber noch nicht keimfähigen Sporen in den Sporangien; die letzteren sind sterile Sprosse. Bei Eq. sylvaticum tragen beide, bei Eq. arvense die sterilen Sprosse unter der

die Zahl der Zähne zu mit der Ueppigkeit des Sprosses: gracile Sprosse zeigen nur wenige Zähne, worunter oft kein einziges Gabelungsproduct. Der nächstliegende Schluss aus dieser Erscheinung ist sowohl die Annahme, dass die Gabelung der Zähne lediglich durch das lebhafte Dickenwachsthum der Axe bedingt wird, dass dieselbe desshalb um so öfter sich wiederholt, je intensiver die Stammspitze in die Dicke wächst. (Milde's Notiz [Monogr. Equiset. 1865, S. 154, Alinea 3] zeigt ein offenbares Missverständniss.) Die Grundursache fiele wohl mit der Kraus'schen Querspannung zusammen, würde sich aber als solche, wenigstens nach der bisherigen Querschnittsmethode, kaum praktisch beweisen lassen (vergl. Bot. Zeit. 1867, Nr. 15).

1) Aehnliche Fälle gibt es gewiss in Menge, und es handelt sich nur um deren

Stammspitze zwischen völlig entwickelten Scheiden[1]) an äusserst verkürzten Internodien 10—15, also sämmtliche überhaupt zur Entwickelung gelangende, Astquirle vorgebildet. Sämmtliche Vegetationsspitzen der Aeste und Zweige wachsen, abgesehen von der geringeren und mehr constanten Anzahl der Scheidenzähne, in völlig übereinstimmender Weise.

Anmerkung. Gelegentlich mag hier auch eine von Döll (Flora des Grossh. Baden I. 55) angeregte und von Duval-Jouve (a. a. O. 185) aufgenommene Streitfrage ihre, wie ich hoffe, äusserst einfache und zweifellose Erledigung finden. Durch die bisherigen Untersuchungen ist festgestellt, dass aus einem Segmentumlauf je ein Internodium, ein Knoten und eine Scheide in der Weise sich entwickeln, dass die zweitoberste Zelllage des Segmentumlaufs der Scheitelzone einer, über das folgende Internodium frei hinaufwachsenden und dort erst in Zähne sich spaltenden Scheide den Ursprung gibt, während aus den mittleren und basalen Zelllagen des Segmentumlaufes die Hauptmasse des Internodiums, der Knoten und die Basis der Scheide sich entwickeln. Vollständiger, als in dieser Weise, kann Döll's Ansicht, „dass die Blattquirle von Equisetum nicht nur aus freien Scheiden bestehen, sondern ein jeder derselben schon an dem vorhergehenden Knoten des Stengels oder Astes entspringt, sodann längs eines Gelenkes den Stengel überzieht und erst an dem nächstfolgenden Knoten sich als freier, die Basis des neuen Gelenkes umgebender Scheidentheil ablöst und in der Spitze der Zähne endigt," gar nicht bewiesen werden. Den angegebenen entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen gegenüber haben die übrigen, von Döll und Duval-Jouve discutirten Verhältnisse jedenfalls nur den Werth untergeordneter Nebenbeweise. (Vergl. übrigens auch: Celakovsky in Lotos 1862, S. 223 und Milde, die höheren Sporenpflanzen, 1865, S. 94, sowie Ref. über Milde's Vortrag in der schl. Ges. f. vat. Cult. Flora 1866, 156.)

Abgesehen von der eigentlich kaum nöthig gewesenen Berichtigung Duval-Jouve's und manchen Punkten von untergeordneter Bedeutung war die wesentlichste, im Laufe der vorstehenden Arbeit zu stellende Frage die: Lässt sich bei Equisetum die Blatt-

---

Constatirung. Die aus Zweckmässigkeitsgründen abgeleitete Modification der morphologisch begründeten Blattstellung kann sowohl zwischen die genetische und Knospenblattstellung, als zwischen diese und die definitive fallen; durch Einflüsse sowohl von Organen der Pflanze selbst, als von ausserhalb der Pflanze liegenden Factoren (Licht, Standort etc.) bedingt sein. Für den letzteren Fall vergl. man z. B. die mittelst Drehung der halbentwickelten Blattstiele bewirkte Aenderung der decussirten Blattstellung bei kriechenden Lysimachien etc.

1) Dass die Aeste nicht innerhalb des freien Scheidentheils, sondern unterhalb desselben, und nicht axillär, sondern lateral entspringen, brauche ich kaum mehr zu erwähnen. Uebrigens sollten auch die hier einschlägigen Streitfragen durch Zurückgehen auf die allerjüngsten Anlagen erledigt werden, was ich leider versäumt habe, aber vielleicht später nachholen werde.

stellung auf morphologisch bestimmte, gleichwerthige Zellen, eventuell auf die Theilungen der Scheitelzelle zurückführen? Der Gang der Untersuchung ergab die Unmöglichkeit, die Frage, so wie sie gestellt worden war, unbedingt zu bejahen. Zerfällen wir dieselbe in zwei, so lässt sich die erste unbedingt bejahen, die andere nur bedingt beantworten.

1. Unbedingt sicher gestellt wurde das Verhältniss zwischen Quirl und Segmentumlauf: Jeder Quirl (eigentlich Internodium, Knoten und Scheide zusammen) lässt sich auf je drei nacheinander entstandene, von den nächstjüngeren und älteren durch eine verhältnissmässig längere Pause in der Zelltheilung geschiedene, aus der Spiralstellung in die Quirlstellung verschobene Segmente = einen Segmentumlauf zurückführen.

2. Der zweite Theil der Frage betrifft das Verhältniss der einzelnen Blattanlagen (der primären Scheidenzähne) zu den Theilungen der Scheitelzellle. Er lässt sich, unter allem Vorbehalt, etwa in folgender Weise beantworten:

In der genetischen Blattstellung fallen bei der typischsten Form, Eq. scirpoides, und wahrscheinlich bei den schematisch entwickelten secundären Keimaxen sämmtlicher Arten je eine primäre Zahnanlage und ein Segment zusammen, bei den abweichend entwickelten sechs-, sieben- und achtzähligen primären Zahnanlagen je eine Anlage und ein Sextant, oder eine gleichwerthige Tochterzelle des Segmentes. Die Blätter werden ohne Alternation senkrecht übereinander angelegt. Physiologische Ursachen aber bedingen mittelst Verschiebung der frei gewordenen Scheidentheile die Alternation der Quirle in der Knospenblattstellung. Aehnliche Ursachen veranlassen die Vermehrung der Quirlglieder durch Gabelung, und aus ein- oder mehrmaliger Aenderung der Knospenblattstellung resultirt so die definitive Blattstellung, morphologisch übereinstimmend mit den Theilungen der Scheitelzelle, aber wesentlich, und zwar nach Sprossarten und Species verschiedentlich modificirt durch physiologische Ursachen. Ist diese Auffassung durchführbar, so erweist sie z. B. die völlige Identität des Moos- und des Equisetenblattes, und ergibt vielleicht eine brauchbare Analogie für die Phanerogamen-Blattstellungsverhältnisse; die Unvollständigkeit der Beweismittel aber gestattet zur Zeit nicht, sie anders, als problematisch darzustellen.

Erklärung der Tafeln.

Allgemeine Abkürzungen:

v = Scheitelzelle.
H = Hauptwand.
S = Sextantenwand.
S' S' = Paarige erste Theilungswände der Segmenthälften, je zwei eine Sextantenwand ersetzend.

Die arabischen Ziffern bezeichnen überall die Nummern der Segmente (von den 3 Segmenten der jüngsten Blattanlage, die als 1. 2. 3 gelten, aufwärts gezählt); die römischen Ziffern geben die Nummern der Segmentumläufe an (erster Segmentumlauf = jüngste Blattanlage).

Taf. X.

Equisetum scirpoides Mchx.

(Vergrösserung $^{350}/_{1}$, mit Ausnahme von Fig. 4.)

Fig. 1. A — C. Oberflächenansichten der freipräparirten Stammspitze, je um 120° gegen einander gedreht; Exemplar mit Rechtsdrehung. D. Optischer Längsschnitt durch das gleiche Object. Die starken Contouren bezeichnen die Grenzen der Segmente.

Fig. 2. Aehnliche Oberflächenansicht bis zur zweitjüngsten Blattanlage, welche die jüngste überdeckt.

Fig. 3. Querschnitt durch die Stammspitze im zweiten Segmentumlauf.

Fig. 4. Vergr. $^{90}/_{1}$. Dicker Querschnitt durch die Stammspitze: schematisch zur Darstellung der Beziehung zwischen Zahnanlagen und Segmenten. aa, bb, cc, Zahnanlagen von drei nach abwärts aufeinanderfolgenden Quirlen.

Fig. 5 u. 6. Querschnitte durch die Stammspitze in entwickelteren Internodien, gleichfalls zur Darstellung der Beziehung zwischen Zahnanlagen und Segmenten.

Equisetum arvense L.

(Vergr. $^{150}/_{1}$.)

Fig. 7. Querschnitt — etwa im drittjüngsten Segmentumlauf — durch eine Stammspitze mit siebenzähliger Zahnanlage; ein Segment, statt durch eine Sextantenwand S, durch zwei Wände S' getheilt.

Fig. 8. Querschnitt durch eine Stammspitze mit achtzähliger primärer Zahnanlage; die Theilung durch zwei Wände S' in zwei Segmenten.

Taf. XI.

Fig. 1. Ideale Darstellung einer Scheitelzelle und des jüngsten Segmentumlaufes für den Fall, dass bis zur Anlegung der jüngeren Segmente des Umlaufes in den älteren keine Veränderung durch Vertikalwachsthum und Horizontalverschiebung einträte. Rechtsdrehung.

Equisetum hiemale L.

(Vergr. $^{150}/_{1}$.)

Fig. 2. Scheitelzelle und Umgebung, von oben gesehen. Segmentumlauf IV u. V vollständig, Segmentumlauf VI mit Segment 16 eben beginnend. — Halbschematisch.

Fig. 3. Seitliche Oberflächenansicht einer Stammspitze mit Rechtsdrehung in der Scheitelzelle. Segmentumlauf I — III.

Equisetum variegatum Schl.

(Vergr. bei Fig. 4 u. 5 = $^{150}/_{1}$; bei Fig. 6 = $^{350}/_{1}$.)

Fig. 4. Oberflächenansicht einer Stammspitze, an welcher mit Segment 16 ein neuer Umlauf beginnt (vergl. XI. 2); Segment 7 und 8 sind schon beinahe ausgeglichen.

Fig. 5. A. Scheitelzelle und jüngster (fünfter) Segmentumlauf von oben; Rechtsdrehung. B und D sind Oberflächenansichten der gleichen Stammspitze (Segmentumläufe III — V). C die gleiche Stammspitze: optischer Querschnitt, etwa zwischen dem III. und IV. Segmentumlauf durchgehend, von der Basis aus betrachtet.

Fig. 6. Partie eines radialen Längsschnittes durch die Stammspitze, die Entwickelung der drei jüngsten Blattanlagen zeigend. Zu beachten ist, dass die jüngste und drittjüngste Scheide in der Zahnmediane, die mittlere parallel der Rinne zwischen zwei Zähnen durchschnitten ist. Buchstabenerklärung im Texte.



Die Entwickelungsgeschichte der Kapsel von Ephemerum.

Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Laubmoose.

Von

Dr. N. J. Müller,

Docent der Botanik in Heidelberg.

(Mit Taf. XII — XIV.)

Die kleine Gruppe der Phascaceen diente schon mehrfach zum Ausgangspunkt entwickelungsgeschichtlicher Studien. W. P. Schimper in seinen Recherches sur les mousses (Strassburg 1848) untersuchte an dem Vorkeim von Ephemerum serratum die Gesetze der Protonemaentwickelung und der Anlage beblätterter Achsen auf den seitlichen Abzweigungen des Protonema. Hofmeister[1]) benutzte unter anderen die Arten der Gattung Phascum zur Kenntnissnahme von der Entwickelung der Kapselanlage aus dem Keimbläschen. Vorliegende Arbeit hatte zur Aufgabe die Untersuchung der Abweichungen von dem typischen Entwickelungsgang der Kapsel höherer Moose, auf welche das Fehlen der Columella schon vor der Sporenreife hindeutet. Den extremsten Fall des frühzeitigen Verschwindens eines centralen Zellenstrangs in der Kapsel des Mittelsäulchens (Columella) zeigt das von Hofmeister[2]) untersuchte Archidium phascoides. Hier verdrängen frühzeitig die Sporenmutterzellen alles innerhalb der Sporangiumwand liegende Gewebe. Das vollkommene Freiliegen der halbreifen Sporen von Ephemerum in dem Kapselraum schien einen ähnlichen Entwickelungsgang wie der bei genanntem Moose anzudeuten. Genauere

1) Vergleichende Untersuchungen.

2) a. a. O.

Untersuchung lehrte mich indess, dass derselbe dem der Phascumkapsel gleichkomme.

Die Vorkeimbildung ist schon von P. W. Schimper (in der genannten Abhandlung) gegeben; ich brauche bezüglich dieser nur dahin zu verweisen und hier nur hervorzuheben, dass ein und dasselbe Vorkeimindividuum männliche und weibliche Pflänzchen auf verschiedenen nahegelegenen Zweiglein entwickelt. Die letzteren zeichnen sich durch stattlichere Blätter von den ersteren aus. Das Protonema ist ausserdem ein perennirendes; während Kapselanlagen ihrer Reifung entgegengehen, geschieht gleichzeitig, häufig selbst unterhalb der Anheftungsstelle bereits erwachsener beblätterter Achsen, die Anlegung neuer solcher auf seitlichen Protonemaauszweigungen. In der Fig. 1 ist ein Astsystem eines Vorkeims abgebildet: f die Archegonien, m die Antheridien entwickelnde Pflanze, c eine seitliche Vorkeimpapille, welche ein neues Pflänzchen entwickeln kann. Der Ursprung der sehr rudimentären männlichen wie weiblichen Pflanze ist im ausgewachsenen Zustande ein Complex scheinbar regellos zusammengefügter Zellen in der Endigung des Protonemazweigleins (Fig. 3), von welchem zahlreiche Wurzelhaare ausgehen, die sich im jugendlichen Zustand als Ausstülpungen eben solcher Zellen erweisen, welche später sich theilen und gegliederte Fäden darstellen (Fig. 1 r). Der Vorgang der Anlegung der beblätterten Achse wurde von Schimper zuerst untersucht und erschöpfend behandelt; ich habe für solchen Vorgang bei Ephemerum nichts Neues hinzuzufügen, und nur hinzuweisen auf die Abhängigkeit des Dickenwachsthums der bereits Blätter erzeugenden Achse von der Zahl der angelegten Blätter unterhalb des Scheitels. Hofmeister zeigte (Vergleichende Unters.) bei der Betrachtung des Vegetationspunktes und der Dickenzunahme der Achse wenig unterhalb der Scheitelzelle bei Sphagnum, dass radiale Zellreihen im Stamm correspondiren mit den Zellen an der Peripherie derselben, auf welchen die Blattbasis ruht. Wenn nämlich eine Zelle zweiten Grades von der Scheitelzelle des Stammes abgeschieden ist, so wölbt sich eine solche nach Aussen und theilt sich durch eine Scheidewand in zwei Zellen dritten Grades, von welchen die untere, dem Stengel angehörige, durch radiale und tangentale Wände die Zahl der Zellen und den Umfang und die Dicke der Achse vergrössern, während die nach Aussen gelegene Zelle die Anlage des jungen Blattes darstellt. Betrachtet man nun nach der definitiven Erweiterung der Blattbasis und der Blattfläche einen medianen Längsschnitt durch Blatt und Achse, so



findet man die Zellenlinie, als welche das Blatt in der angegebenen Richtung durchschnitten erscheint, in das Achseninnere verlängert; es correspondiren die Zellen höherer Grade aus der Zelle dritten Grades, als welche das erste Blattrudiment erscheint, mit den Zellen höherer Grade der Zelle dritten Grades, welche dem Stengel angehörte. Mit dem Verschwinden der Entwickelung eines Blattes aus einer Theil- oder Tochterzelle zweiten Grades hört bei Ephemerum auch das Dickenwachsthum der Achse auf, und es ist der Theil der Achse, welcher der Anlegung von Blättern seine Entstehung verdankte, in der ausgebildeten Pflanze in wenigzähligen Zellreihen zu erblicken, welche im Längsschnitt zur Achse nach Links und Rechts geneigt sind (Fig. 8) und Verlängerungen der Zellreihe, als welche der mediane Längsschnitt des Blattes erscheint, über die Blattbasis ins Achseninnere hinein vorstellen.

Die Archegonien und Antheridien treten stets im Scheitel der unverzweigten Achse nach Anlegung aller Blätter auf und stimmen in allen Stadien mit dem typischen Bau (und Entwickelungsgang) höher stehender Moose überein, derart, dass ich den umfassenden Untersuchungen Hofmeister's nichts hinzuzufügen brauche. Um den Zusammenhang dieser Untersuchung nicht zu stören, führe ich die Abbildung des Archegoniums in Fig. 4, 5 u. 6 in drei Stadien vor: a. eine Anlage; b. im Zustande des Vorhandenseins eines centralen Zellenstrangs im Halscanal; c. Halscanal zur Zeit des Auseinanderweichens der scheitelständigen Zellen. Zwei männliche Pflänzchen mit relativ kleinen Blättern und Antheridien zeigt Fig. 1 bei m und m^1. Die Entwickelung der jungen Fruchtanlage zeigt keine auffallende Abweichung von dem typischen Entwickelungsgang darauf untersuchter höherer Moose. In Fig. 9 ist eine vielzellige Fruchtanlage, von der freien Aussenfläche gesehen, dargestellt. Die ursprüngliche Theilzelle des Keimbläschens im unteren Ende, t die Scheitelzelle, vermöge deren Wachsthum und Theilung durch nach rechts und links geneigte Wände dieses junge Organ zunächst an Masse zunimmt. In Richtung der Achse sieht man 2 Zellenreihen, vor allen auffallend, in welchen durch radiale und tangentale Wände (s. d) das Dickenwachsthum derselben besorgt wird. t Scheitelzelle, c Zelle zweiten Grades. d zweizähliger Complex von Zellen, welche aus einer Zelle zweiten Grades entstanden sind. 1, 2, 3 ... weitere Zellcomplexe aus Zellen zweiten Grades entstanden. Aeltere Fruchtanlagen sind in den Figuren 10 u. 11 abgebildet, und zwar stellt Fig. 10 eine ältere Fruchtanlage dar, bei welcher es erlaubt war, die weiteren Differenzirungen

im Inneren zu studiren. Es zeigt sich in diesem Stadium, in welchem die Peripherie der transversalen Schnittfläche etwa 8—10 Zellen zählt (vgl. Fig. 11 bei s oder p), eine Einschnürung des bis jetzt cylindrischen nach oben und unten mit einer Pyramide endenden Zellenkörpers. Der untere Theil, der Fuss, wird durch diese sanfte Einschnürung von dem oberen zur Kapsel werdenden Theile geschieden. Dieser Fuss bohrt sich durch eine plötzlich gesteigerte Streckung (bei anderen Moosen) in die Achse ein. Da bei Ephemerum nun die Achse sehr schwach in die Länge entwickelt ist, kann dieser Vorgang nicht in dem Maasse, wie es für höhere Moose statthat, vor sich gehen. Nichtsdestoweniger ist derselbe noch bemerkbar in der Differenzirung einer Einbuchtung zwischen der unteren und oberen Endigung der jungen Fruchtanlage (s. Fig. 7 u. 8). Da der nöthigen Raumerweiterung durch eine Verdrängung des Achsengewebes nicht Folge geleistet werden kann, so muss dies geschehen in dem Zeitabschnitte, in welchem das heftige Ausdehnungsstreben des Gewebes des Fusses stattfindet, durch ein gesteigertes Längenwachsthum des die Fruchtanlage umgebenden Archegoniums. Es erreicht dieses Ausdehnungsvermögen des letzteren seinen deutlichsten Ausdruck in der Erscheinung, dass dasselbe die Kapsel bis zur völligen Reife und für immer umgiebt, ein Fall, dessen Vorkommen später besprochen werden soll. Eine kleine Zahl central gelegener Zellen in der Mittellinie des Fusstheils bleibt nach solcher Streckung in der Bildung von Querwänden zurück hinter den peripherischer gelegenen Zellen und stellt schon frühe einen centralen armzelligen Strang langgestreckter Zellen dar (v Fig. 10). In derselben Figur zeigt sich noch das Thätigsein der schon betrachteten Scheitelzelle t, während unterhalb zwischen s und s' die Anlegung der kurzen Seta stattfindet, angedeutet in dem häufigen Auftreten transversaler Wände in den Zellen höherer Grade. In einem wenig späteren Stadium, in welchem die Seta die Vollzahl ihrer Zellen erreicht hat (Fig. 11 bei s zwischen e und p für die freie Aussenfläche dargestellt), scheint die Thätigkeit der Scheitelzelle erloschen, und weitere Massenzunahme des Kapselendes geschieht ausser der Streckung bereits vorhandener Zellen durch wiederholte Theilungen in solchen durch radial und transversal verlaufende Wände.

Die Streckung der von oben nach unten angelegten bis jetzt beschriebenen Theile folgt, wie bei den höheren Moosen, von unten nach oben, und zeigt die Figur 11 demgemäss die Seta und den Fuss annähernd in der definitiven Länge, während in dem Scheitel noch keinerlei weitere Differenzirung stattgefunden hat. Es ist für



diese Zeichnung weiter noch zu erwähnen, dass die Strecke e—p die freie Aussenfläche darstellt, während in dem pyramidalen oberen Ende c c, e eine wirkliche excentrische Schnittfläche durch diesen Theil vorstellt, welche auf die Zelltheilungen im Innern schliessen lässt. Wenig später als bis die Fruchtanlage zu diesem Umfang herangewachsen, tritt die Zerreissung des Archegoniums ein in den unteren, Vaginula genannten Theil (v Fig. 8) und den von der heranwachsenden jungen Frucht emporgehobenen Theil der Calyptra. Wie schon erwähnt, tritt bei einer unter derselben Art eine Abweichung in der Zeit dieses Ereignisses ein, indem bei bestimmten Individuen dieselbe bis zur Reife der Sporen unterbleibt, oder aber zwischen dem normalen Zeitpunkt vor der weiteren Differenzirung der Kapsel und dem letztgenannten der Sporenreife eintritt. Den extremsten Fall des Andauerns des Archegoniums bis zum Reifen der Sporen beobachtete ich bei solchen Pflänzchen, welche in einem so dichten, über 6—8 Quadratlinien haltenden Protonemabestand wuchsen, dass es merklicher Anstrengung bedurfte, Bruchstücke solchen Bestandes mit der Nadel abzulösen. Es überragen in diesem Fall die Protonemafäden die erwachsene Kapsel. Den normalen Fall des frühzeitigen Zerreissens bemerkt man meist an freier oder in kleinen Gruppen stehenden Protonemaindividuen. Fig. 7 u. 8 stellen beiderlei Kapseln für ein gleiches Entwickelungsstadium des Sporen führenden Kapseltheiles dar. Die Details des inneren Kapselbaues sind in solchen nur oberflächlich angedeutet.

Die Differenzirung des oberen Endes der Kapsel c c′, e Fig. 11 in Sporen erzeugende Zellen und solche umhüllende oder von ihnen umhüllte nach oben und unten verjüngte Cylindermäntel von Zellen tritt allem Anschein nach ein, wenn die Vollzahl an Zellen für diesen Theil im Allgemeinen erreicht ist, ein Verhalten bei unseren Pflanzen, welches ganz mit dem für Phascum genauer untersuchten übereinstimmt. Die Zelltheilungen in dem genannten Theil, welche diese Vollzahl herbeiführen, gehen jedenfalls durch Wände vor sich, welche für alle Zellen gleichzeitig auftreten und gleichen radialen und tangentalen Verlauf haben. Das wiederholte Auftreten gleichgerichteter neuer Wände in grossen Complexen von Zellen bringt dann in der fertigen Kapsel jene Regelmässigkeit hervor, die dieses Organ so sehr auffällig macht, namentlich für höher organisirte (peristomführende) Moose. Das erste Auftreten zweier Zellreihen in Richtung der Archegoniumachse in der Fruchtanlage, verbunden mit den zuletzt erwähnten Vorgängen lassen denn auch eine grosse Regelmässigkeit in

der Anordnung der differenzirten Gewebe der Kapsel um eine ideale mit der Verlängerung des Halscanals zusammenfallende Linie erkennen. Es besteht die junge Kapsel im axilen Längsschnitt zwischen e und t (Fig. 11) in einem späteren Zustande aus 8 Zellreihen, welche 4 Cylindermänteln verschiedener Bedeutung in der künftigen Entwickelung entsprechen. In dem frühesten Zustande des Kenntlichseins solcher Anordnung sind alle Zellen derselben bezüglich ihres Zelleninhaltes gleichwerthig; ein feinkörniges, chlorophyllführendes Protoplasma erfüllt sämmtliche Zellen.

Durch ein bevorzugtes Flächenwachsthum des äussersten Cylindermantels der Fruchtanlage tritt eine erste Differenzirung ein in die aus einer Zellenschicht bestehende äussere Sporangiumwand (s. Fig. 7 u. 8) und den bleibenden massiven Zellkörper von Cylindergestalt mit nach oben und unten verjüngten Enden (Fig. 13. 14.). Ein Luft führender Hohlcylinder von ähnlicher Gestalt trennt beide Theile an der Längswand. Beide verjüngte Enden des Zellencylinders (Fig. 13. 14) stehen mit der äusseren Sporangiumwand in Verband. Es ist derselbe in der genannten Figur allein dargestellt, da die äussere Sporenwand in der weiteren Entwickelung unberücksichtigt bleiben kann. Zwei kurze Zellsäulchen fallen an diesem Körper zunächst auf. Das untere Säulchen, mit welchem der Verband mit der Seta hergestellt ist (b Fig. 7. 8. 12. 13. 14), zählt in allen untersuchten Individuen 4 Zellreihen im axilen Längsschnitt und sitzt einem centralen Zellcomplex in der Seta auf; um solchen herum schliesst in der Seta eine einzellige Randschicht, auf welcher die äussere Sporangiumwand derselben aufsitzt. Damit ist das Areal einer Querschnittsebene der Seta bei b Fig. 8 vollständig besetzt und setzen sich mithin alle Cylindermäntel der Kapsel continuirlich in das Gewebe der Seta hinein fort. Das obere Säulchen (t Fig. 13. 14) sitzt einem wenigzelligen Zellencomplexe der äusseren Sporangiumwand an und zählt im axilen Längsschnitt ausnahmslos zwei Zellreihen. Es ergiebt sich hieraus der Beweis, dass der luftführende Hohlcylinder zwischen der äusseren Kapselwand und dem centralen, weiter zu differenzirenden Zellkörper (Fig. 13) nicht durch Resorption vorhanden gewesener Zellen entstanden, und der Hinweis auf die oben erwähnte Bemerkung des regelmässigen gleichzeitigen Auftretens gleichlaufender Zellwände in gleichzähligen Zellencomplexen, welche nach links und rechts vorn und hinten der Achse t b (s. Pfeil Fig. 13) angeordnet waren.

Der Uebergang aus der cylindrischen Seta in die bauchige Kap-

sel bei b Fig. 7 u. 8 ist mithin nicht gekennzeichnet durch eine Steigerung der Zellenzahl im transversalen Durchmesser in der Kapsel, sondern in einem gesteigerten Ausdehnungsstreben der die Kapsel constituirenden Zellen in Richtung der Tangente und des Radius. Das Verjüngtwerden des Körpers b t Fig. 13 (vergl. b t Fig. 8) in dem apicalen Theile t beruht hingegen in einem plötzlichen Abnehmen der Theilungsfähigkeit der Zellen im Scheitel t. In diesem Körper zeigt sich nun bald eine letzte allgemeine Differenzirung im axilen Durchschnitt um die Pfeillinie (b t Fig. 13) von aussen nach innen gemustert in die aus einer Zellschicht bestehende innere Kapselwand, in die Zellen, welche die Sporen erzeugen, welche ebenfalls eine einzige Schicht links und rechts der Mittellinie darstellen, und einen 2—3zähligen axilen Strang die rudimentär entwickelte Columella (c Fig. 13).

Es scheint, dass die Umbildung eines bestimmten Theiles der das massive Zellsäulchen constituirenden Zellen in Sporenmutterzellen nicht simultan für die ganze betreffende Cylinderschicht stattfinde; ich beobachtete auf zarten Durchschnitten protoplasmareiche Zellen (m Fig. 12) in einem dem Scheitel nahe gelegenen Theil.

Zur Zeit der vollendeten Ausbildung der Sporenmutterzellen zeigen solche ein äusserst feinkörniges Protoplasma, welches mit Wasser in Berührung in kürzester Frist durch sehr zahlreiche kleinere und grössere Vacuolen, wolkig trübe und sehr undurchsichtig erscheint (Fig. 16, 17). Die Zellen der Columella führen alsdann Amylum in kleinen Körnern mit einem dünnen Chlorophyllüberzug. Zur selben Zeit, mit der Erreichung der Vollzahl der Sporenmutterzellen (Fig. 13), zeigt sich schon die bekannte Quellungserscheinung der inneren Zellhautschichten derselben, — es geht dies Quellungsstreben vorerst nicht bis zur Lösung der fraglichen Zellen aus dem Verband, es macht sich indess in dem Verkleinertwerden des protoplasmatischen Inhaltes kenntlich. Um zur Ueberzeugung zu gelangen, dass diese Quellung, deren excessivster Zustand in den isolirten Sporenmutterzellen (Fig. 16—17) dargestellt ist, nicht erst durch die reichliche Wasserzufuhr auf dem Objectträger zu den durch den Schnitt verletzten Zellen stattfinde, sondern auch in der unverletzten Pflanze schon ein, wenn auch nicht in dem erwähnten Maasse, befriedigtes Quellungsstreben bestehe, braucht man nur ganze Kapseln in diesem Stadium zu mustern. In Fig. 15 ist eine derartige unverletzte Kapsel abgebildet, man sieht nämlich bei schwacher Vergrösserung deutlich genug durch die 2 Zellschichten der zwei Sporangiumwände die Contouren eines

oder vierer Protoplasmaballen in je einer Sporenmutterzelle. Man überzeugt sich aufs deutlichste, dass bedeutendere Zwischenräume die Contouren der Plasmaballen zweier benachbarter Zellen trennen, als dies in anderen plasmareichen Zellen zu sein pflegt, deren Plasma an die Wand der Zelle angrenzt. Wird durch einen Schnitt die Sporenmutterzellschicht verletzt, so braucht nicht erst die Kapsel mehrseitig geöffnet zu sein, um nicht den quellenden Sporenmutterzellen Ausgang zu verschaffen; es quellen diese gewaltsam hervor. Es ist die Erscheinung der Quellung an anderen Moosen hinlänglich ausführlich beschrieben, derart, dass ich mich hierauf nicht weiter einzulassen brauche. (Man vergleiche Hofmeister, Vergleichende Unters., Laubmoose.) Auffallend deutlich ist bei den relativ grossen Mutterzellen des Eph. serratum das Verhältniss der passiven Dehnung einer äussersten Zellwandschicht durch das lebhafte Quellen innerer Schichten derselben Membran dadurch zu machen, dass man den so eben rasch an Umfang zunehmenden, sich von dem comprimirten Plasmaballen abhebenden Zellwänden, im Wasser liegend, einen Tropfen Alkohol zugiebt: sofort beginnt alsdann ein langsames allseitiges Zusammensinken der Membran, nicht indess bis zum vollständigen Wiederanschliessen um den Protoplasmaballen. Wiederzusatz von Wasser zeigt von Neuem die erste lebhafte Quellung; Alkoholzusatz von Neuem ein Zusammensinken. Man kann sich auf diese Art an dem hierzu sehr geeigneten Material leicht das Spiel des Schwellens und Zusammensinkens durch wechselnden Zusatz von Alkohol und Wasser wiederholen. Es zeigt dies eine beträchtliche Unempfindlichkeit der quellenden Membranschichten gegen Wasser entziehende Mittel.

Eine bekannte Eigenschaft des protoplasmareichen Zellinhaltes lässt sich beiläufig mit diesem Experiment an den Plasmaballen dieser Sporenmutterzelle anschaulich machen. Es ist das Bestreben des Protoplasma in seine peripherische Schicht Pigmente reichlicher anzusammeln, als solche in der umgebenden Lösung enthalten sind. Durch die Behandlung der Kapseldurchschnitte zur Zeit der stärksten Quellung der genannten Zellwände mit Alkohol, wird dem relativ plasmaarmen Zellinhalt der Columellazellen das darin vorhandene Chlorophyll entzogen, dieselben erscheinen ungefärbt, während sich die todten vordem ungefärbten Plasmaballen der Sporenmutterzellen intensiv grün färben.

Bei den auf die Sporenentwickelung untersuchten Phasken und den meisten anderen Moosen zeigte sich aus dem Zerfallen des Pro-

toplasma der Zellen m m Fig. 13 das Hervorgehen von Sporenmutterzellen, welche, nochmals sich theilend, zu secundären Mutterzellen werden, aus welch letzteren erst durch eine Viertheilung die Specialmutterzellen entstehen, deren protoplasmatischer Inhalt die primordiale Spore vorstellt. Ephemerum verhält sich in dieser Beziehung wesentlich anders. Die grosse Begierde das Protoplasma bei Berührung mit Wasser Vacuolen zu bilden, schaumig und undurchsichtig zu werden, lassen den Zellkern und dessen Verhalten während der Theilung nicht erkennen. Der ganze Protoplasmaballen einer Zelle m Fig. 13 erscheint in wenig älteren Kapseln in zwei Ballen zerfallen, um welche sich die quellende Membran blasig abhebt (Fig. 18 a): in derselben oder einer wenig älteren Kapsel findet sich nun innerhalb der blasig quellenden Membran der Zelle m die Zerklüftung des Plasma in 4 Ballen. Die Anlage einer Membran um die 2 Ballen (Fig. 18 a) und um die 4 Ballen, ehe die quellende Wand der Zelle m gänzlich resorbirt ist, oder die Bildung von Scheidewänden um Specialmutterzellen findet bei Ephemerum nicht statt.

Wenig ältere Kapseln durchschnitten zeigen die quellenden Zellmembranen verschwunden und an ihrer Stelle 4zählige Complexe isolirter primordialer Zellen, die Sporen (Fig. 19) mit einfachem, scharfem aber zartem Contour. Im Wasser des Objectträgers nimmt der protoplasmatische Inhalt der jungen Spore ebenso begierig solches auf wie das Protoplasma der Mutterzelle, und es wird durch prominirende kleine Vacuolen die scharfe Contour verwischt, wellig, uneben.

Fig. 20. Wenig ältere Sporen zeigen eine feste, wenn auch dünne Zellstoffmembran.

Fig. 21. Die reife Spore zeigt eine nur äusserst dünne Cuticula mit zartesten kurzen Leistchen.

Fig. 22 zeigt den Durchschnitt einer reifen Spore.

Während des Vorgangs der Zerklüftung der Protoplasmaballen der Mutterzelle m werden die Zellen der centralen Columella resorbirt, und die Sporenmutterzellen füllen den ganzen Hohlraum innerhalb der inneren Sporangiumhaut aus (Fig. 14). Nur in seltenen Fällen dauert dieselbe länger an und sind die Reste derselben, aus zusammengesunkenen Zellen bestehend, noch zur Zeit der fertigen Spore anzutreffen.

Ausser dem perennirenden Protonema unterscheidet sich nach diesen Erfahrungen die Gattung Ephemerum wesentlich von der nahestehenden Phascum durch die Vergänglichkeit der Columella und der directen Ausbildung der verlangten Sporenzahl aus einer einzi-
icht, welche Zellschicht bei den bis jetzt untersuchten

Moosen, mit Ausnahme des Archidium phascoides, die Urmutterzellen der Sporen vorstellt. Bei Ephemerum sind solche demgemäss die Mutterzellen, welchen die Mutterzellen fehlen. Das ursprüngliche Vorhandensein eines centralen Stranges vegetativer Zellen (Columella) macht auch für Ephemerum den typischen Entwickelungsgang der Laubmooskapsel kenntlich. Abweichung individueller Art bezüglich des endlichen Zerreissens des Archegoniums durch die wachsende Fruchtanlage kann durch die Annahme der Gewöhnung (im Sinne Darwin's) einzelner Individuen oder von Complexen solcher, welche einem oder wenigen Protonemata entsprungen sind, gedeutet werden. Für die kleinen Moospflanzen ist eine Wiese ein eben so beträchtliches Areal wie eine Quadratmeile für manche Baumformen. Auf einem Quadratfuss der Wiese finden sich in der ungleichen Bepflanzung und in den Unebenheiten dieselben Existenzschwierigkeiten für die wachsenden Protonemata und die beblätterte Achse und Kapsel wie für den Baum in den mannigfachen Bedingungen der Concurrenz und Beschaffenheit der Unterlage die charakterbedingenden Ursachen liegen. Der Protonemawald, die eine Form des Vorkommens der kleinen Pflanze, in welchem neue und immer neue Auszweigungen und selbstständig werdende beblätterte Achsen nach Erweiterung von Raum und Masse streben, stellt uns den geschlossenen Bestand eines unserer Laubbäume, das Einzelprotonema wenig entfernt von dem Protonemawald auf demselben Quadratfuss Erde (Wiese) die Form des einzelstehenden Baumes oder vielfach unterbrochenen kleinen Schlages dar. Die zu lösenden Aufgaben derselben Form in der Existenz und Erweiterungsfrage sind für beide Bedingungen verschiedene; nicht auffällig darf es scheinen, wenn Abweichungen in der Form des Einzelorgans beobachtet werden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden der Hauptsache nach an einer Form, dem Ephemerum serratum, gemacht, das nur stückweise untersuchte Eph. cohaerens zeigt in Bezug auf die weiter ausgebildete Kapsel indess vor der Sporenbildung keinerlei Abweichung. Zu einer vergleichenden Untersuchung mehrerer Glieder der Gattung fehlt mir der Muth zum Aufsuchen des jugendlichen Materials, man bemüht sich trotz der Verbreitung dieser kleinen Gewächse zur Erlangung derselben wohl einige tausendmal umsonst, ehe einem einmal der Zufall gelegentlich einer Nachsuchung nach etwas ganz anderem das Gewünschte in die Hände liefert. Es dürfte übrigens zu erwarten sein, dass die übrigen Glieder der Gattung nur geringe Abweichungen von dem geschilderten Entwickelungsgange zeigen.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XII—XIV.

Fig. 1. Theil eines Protonema mit senkrecht zur Erdoberfläche stehenden Aesten. pt pt die Zweige desselben, rechts eine weibliche beblätterte, links eine männliche Pflanze; Anth = Antheridie; c jüngste Protonemaauszweigung; m jugendliche männliche Pflanze; r Wurzelhaare. Vergr. 180.

Fig. 2 u. 3. Junge beblätterte Achsen. p solchen ursprunggebende Protonemazweige; f junge Blätter.

Fig. 4, 5, 6. Junge weibliche Pflanze mit Archegonien in verschiedenen Stadien. Fig. 4. a wenigzellige Archegoniumanlage; b ausgewachsenes Archegonium mit noch nicht resorbirtem, centralem Strang c. 5. Halstheil eines solchen sich öffnend. 300.

Fig. 7 u. 8. Halbreife Kapseln. cal. Calyptra; v Vaginula; a wenigzellige Achse; t oberes, b unteres Säulchen der inneren Sporangiumwand.

Fig. 9. Freipräparirte Fruchtanlage. t Scheitelzelle; c jüngste Zelle zweiten Grades; 1, 2, 3 Complexzellen höherer Grade aus einer Zelle zweiten Grades entstanden.

Fig. 10. Aeltere Fruchtanlage durchschnitten aus dem Archegonium frei präparirt; t Scheitelzelle; c c Zellen der Peripherie der entstehenden Seta; s—s Zone, in welcher die Anlegung der Seta stattfindet; p—b der Fusstheil; v centraler Strang gestreckter Zellen im Fusstheil.

Fig. 11. Noch ältere Fruchtanlage. t Scheitelzelle von der zur Ebene der Zeichnung 10 senkrecht stehenden gesehen, der obere Theil in der Gegend von c c[1] ist angeschnitten, die in Längsreihen geordneten kleinen Zellen gehören dem Innern des Organs an. Der Theil e bis p ist eine Abbildung der freien Aussenfläche gleich der Hälfte der Peripherie; e—p das Gewebe der Aussenfläche der Seta; p—b dasselbe des Fusstheiles.

Fig. 12, 13, 14. Der solide Zellkörper innerhalb des tonnenförmigen luftführenden Hohlkörpers (vergl. b t Fig. 7 u. 8). t oberes, b unteres Säulchen, mit welchem der bauchige Theil dem Sporenscheitel bei t und der Seta bei b eingefügt ist.

Fig. 12 jüngster, 13 u. 14 ältere Zustände. In 14 haben die quellenden Mutterzellen nach Resorption der Columella c (Fig. 13) den ganzen Innenraum ausgefüllt; m Mutterzellen; c Columella in 12 u. 13. $^{350}/_{1}$.

Fig. 15. Ganze Kapsel. h—p p[1] freie Aussenfläche des wachsenden Archegoniums. m m Contouren der durchschimmernden Mutterzellen und deren Plasmaballen. $^{200}/_{1}$.

Fig. 16, 17. Freie Mutterzellen mit quellenden Membranen. a a geplatzte Mem-

branen entleerter Zellen; c Protoplasmaballen, der die quellende Membran durchbohrt hat und frei im Wasser liegt. $^{350}/_{1}$.

Fig. 18. a, b. Zwei- und Viertheilung der Protoplasmamasse einer Mutterzelle innerhalb der quellenden Membran letzterer. $^{350}/_{1}$.

Fig. 19, 20. Junge Sporen; 20 nach längerem Liegen in Wasser. 19 $^{350}/_{1}$; 20 $^{400}/_{1}$.

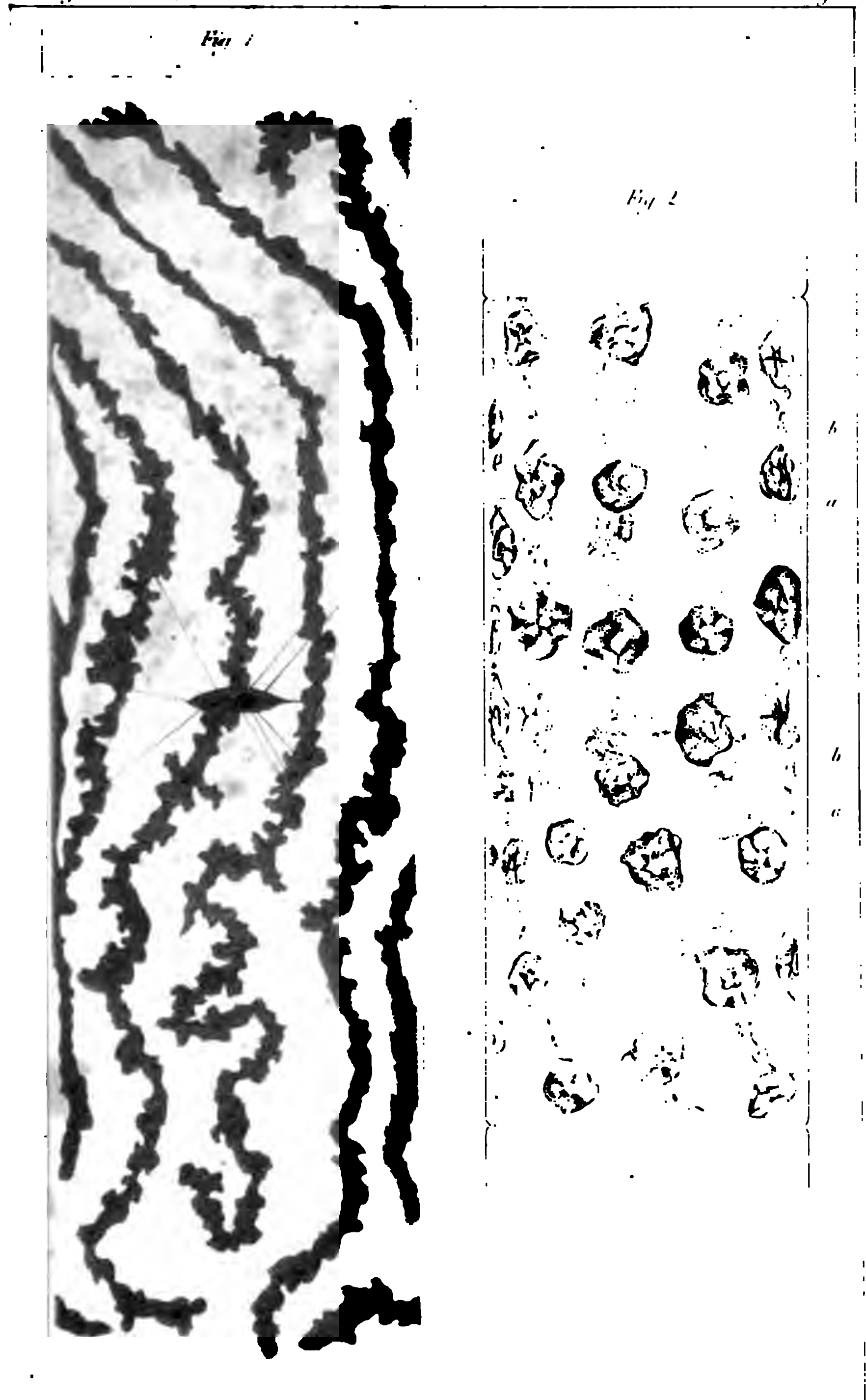
Fig. 21. Junge Sporen mit fester dünner Zellhautmembran.

Fig. 22. Durchschnitt einer reifen Spore. e dünne und feinkörnige Exine; i Intine. Vergr. 700.

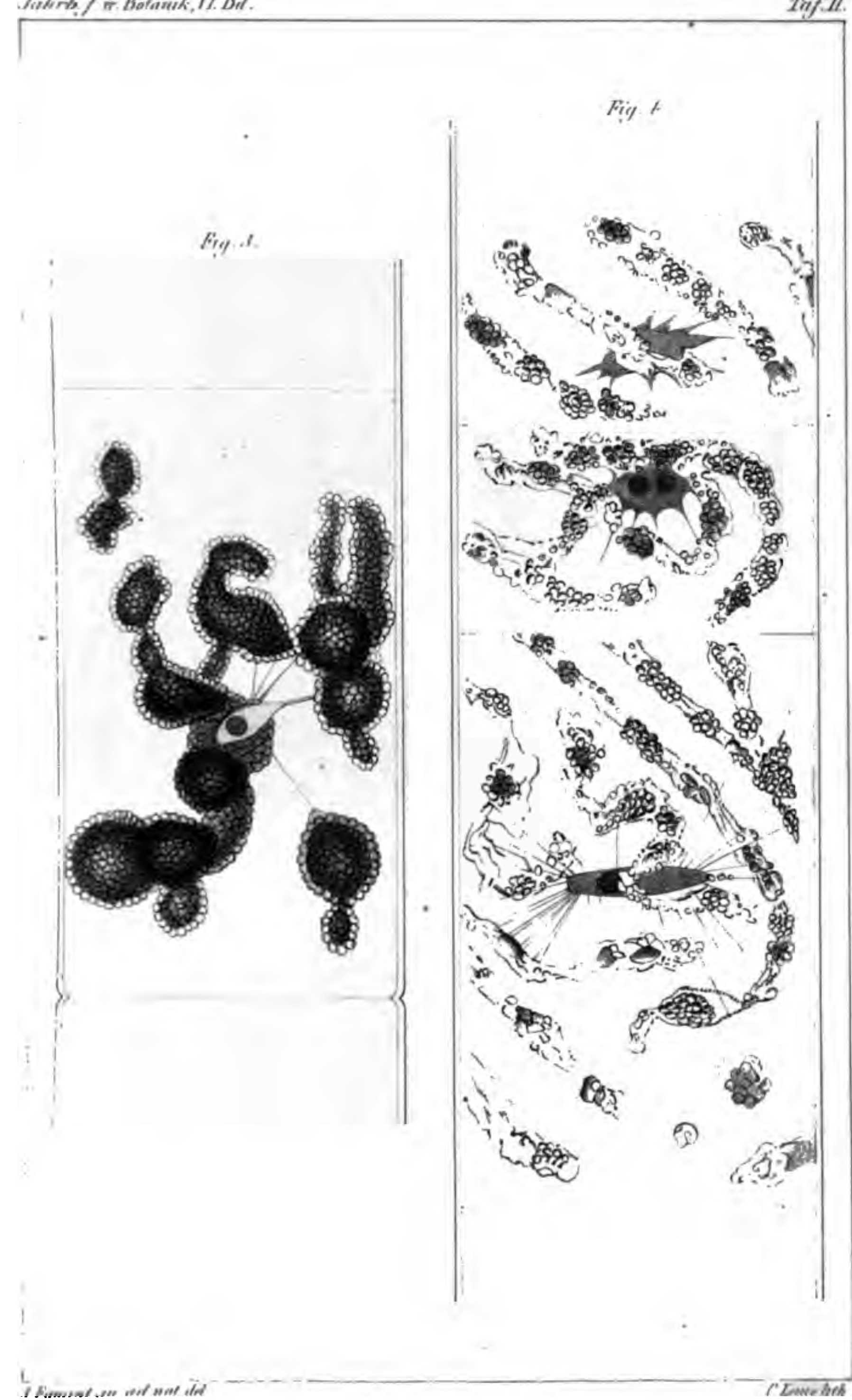
Berichtigung.

S. 211 Z. 2 v. u. lies 1867 statt 66.

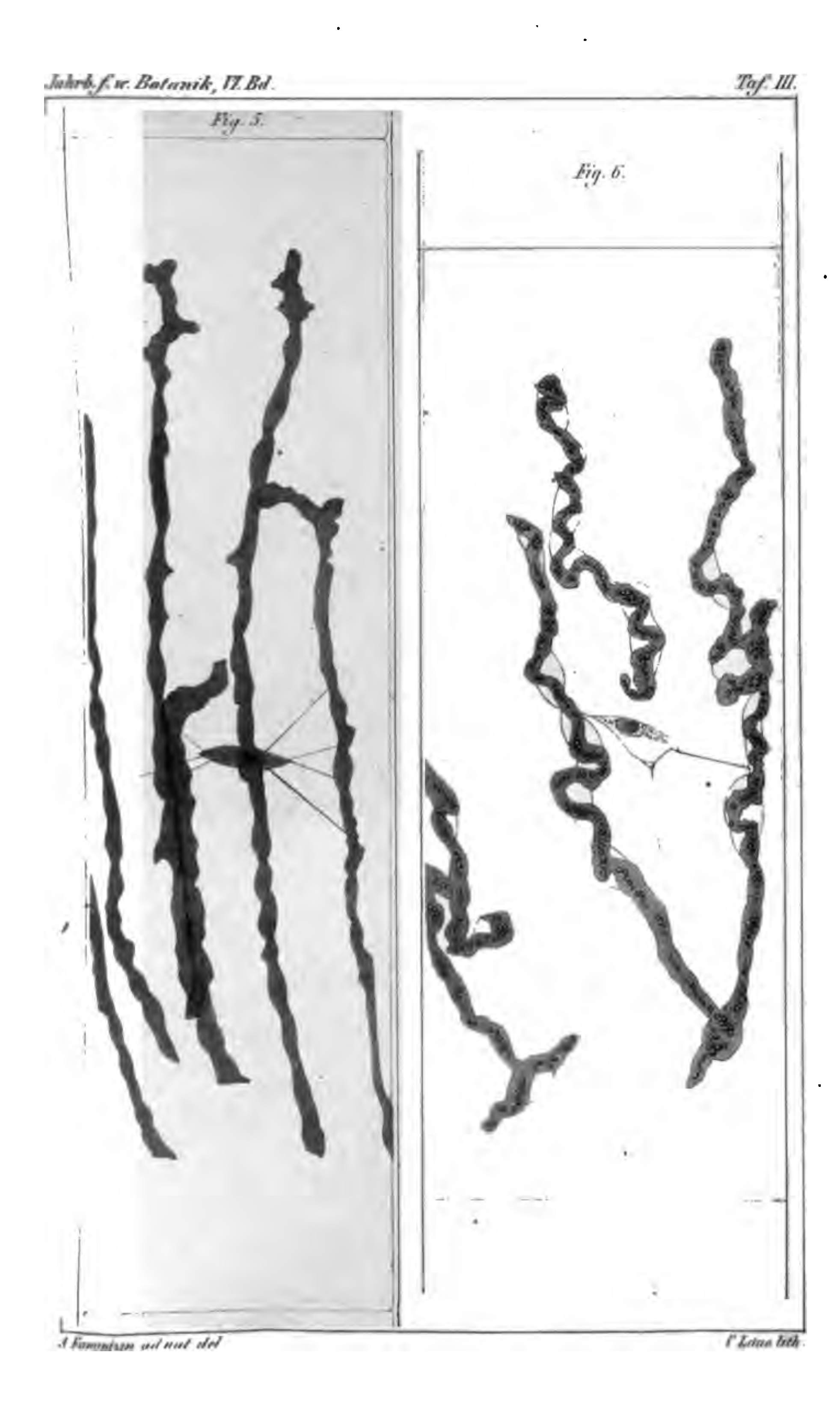
S. 221 lies Telmateja statt Telmateya.


Fig. 1
Fig. 2
b
a
b
a

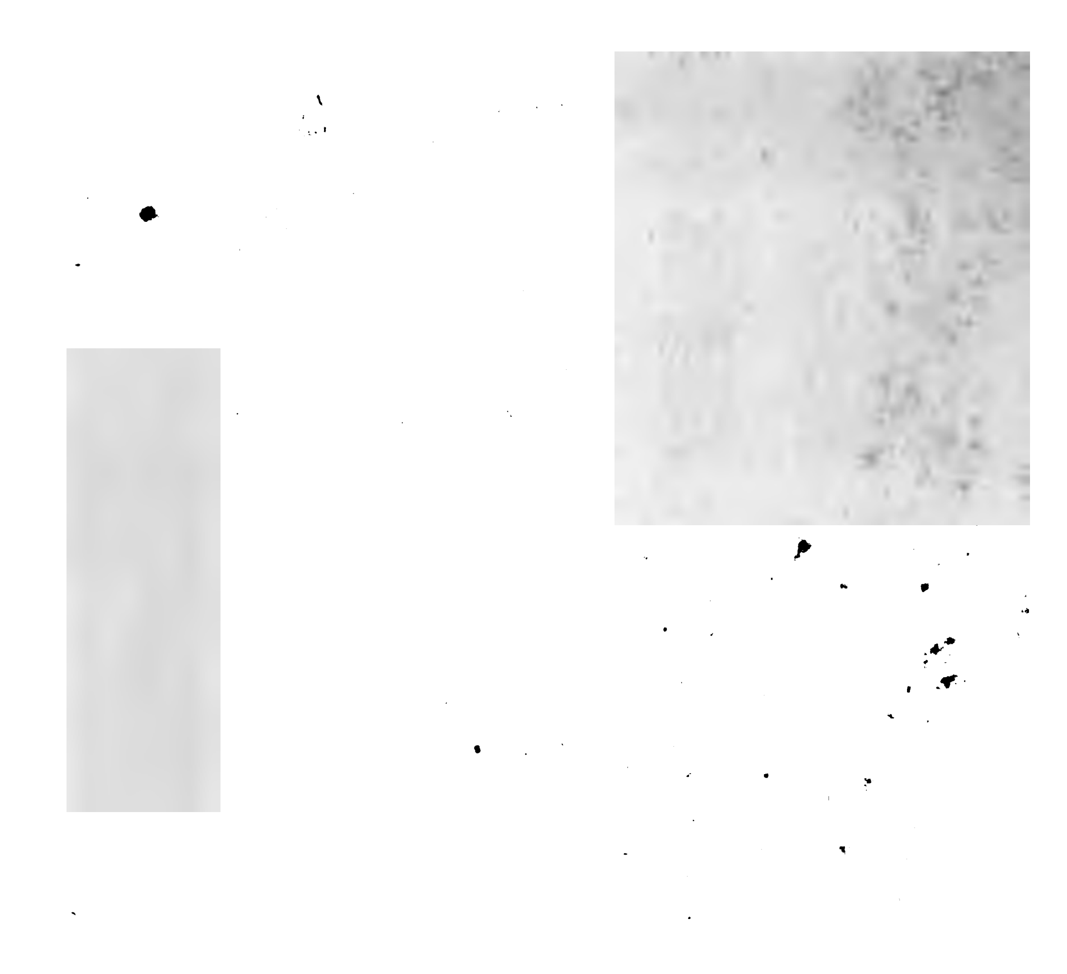



Fig. 3.
Fig. 4.





A Famintzin ad nat del C Laue lith.



Cupressineae.

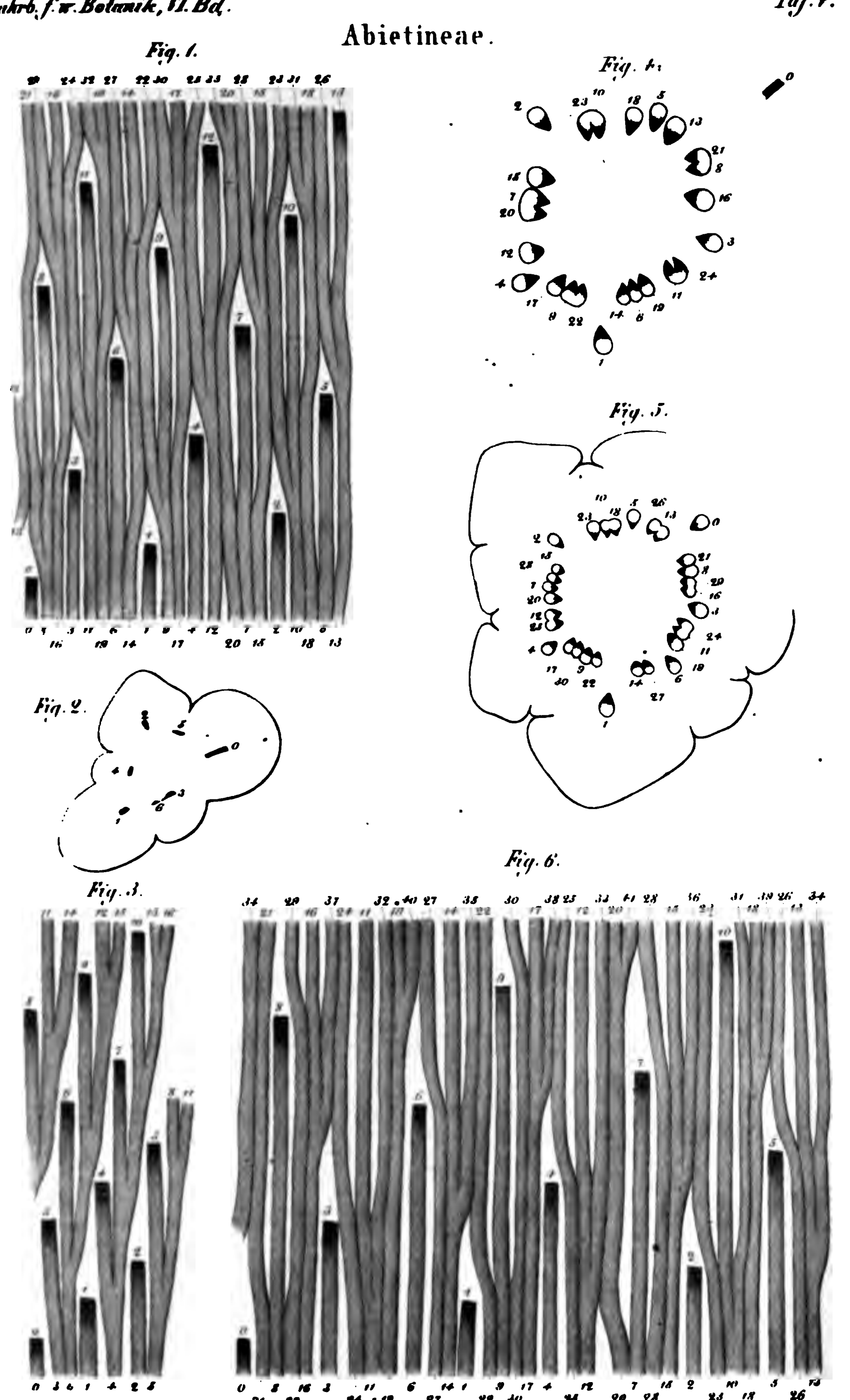
Fig. 1. Fig. 3. Fig. 5. Fig. 8. Fig. 2. Fig. 4. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 10. Fig. 9. Fig. 12. Fig. 11. Fig. 13. Fig. 14.

1. 2. Juniperus nana Willd. 3. 4. Callitris quadrivalvis Vent. 5. 6. 7. Thuja plicata Don. 8. 9. Widdringtonia Juniperoides Endl. 10. 11. Cryptomeria Japonica Don. 12. Glyptostrobus heterophyllus Endl. 13. Chamaecyparis glauca hort. 14. Taxodium distichum Rich.

Geyler ad nat. del. C. Laue lith.



Abietineae.

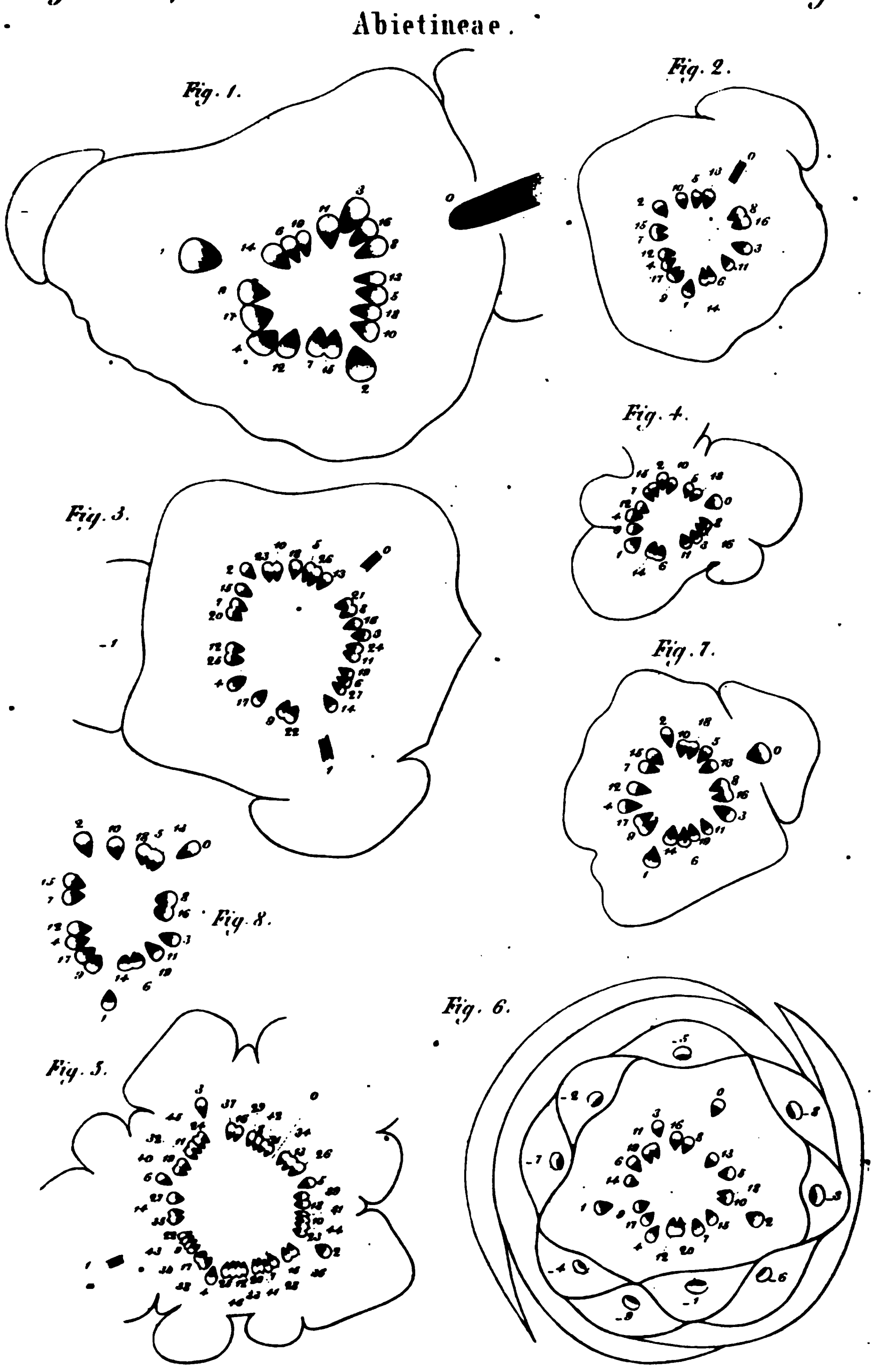


1.2.3. Tsuga Canadensis Carrière. — 4. Abies pectinata DC. 5.6. Picea alba Link

Geyler ad nat. del. C. Laue lith.



Abietineae.

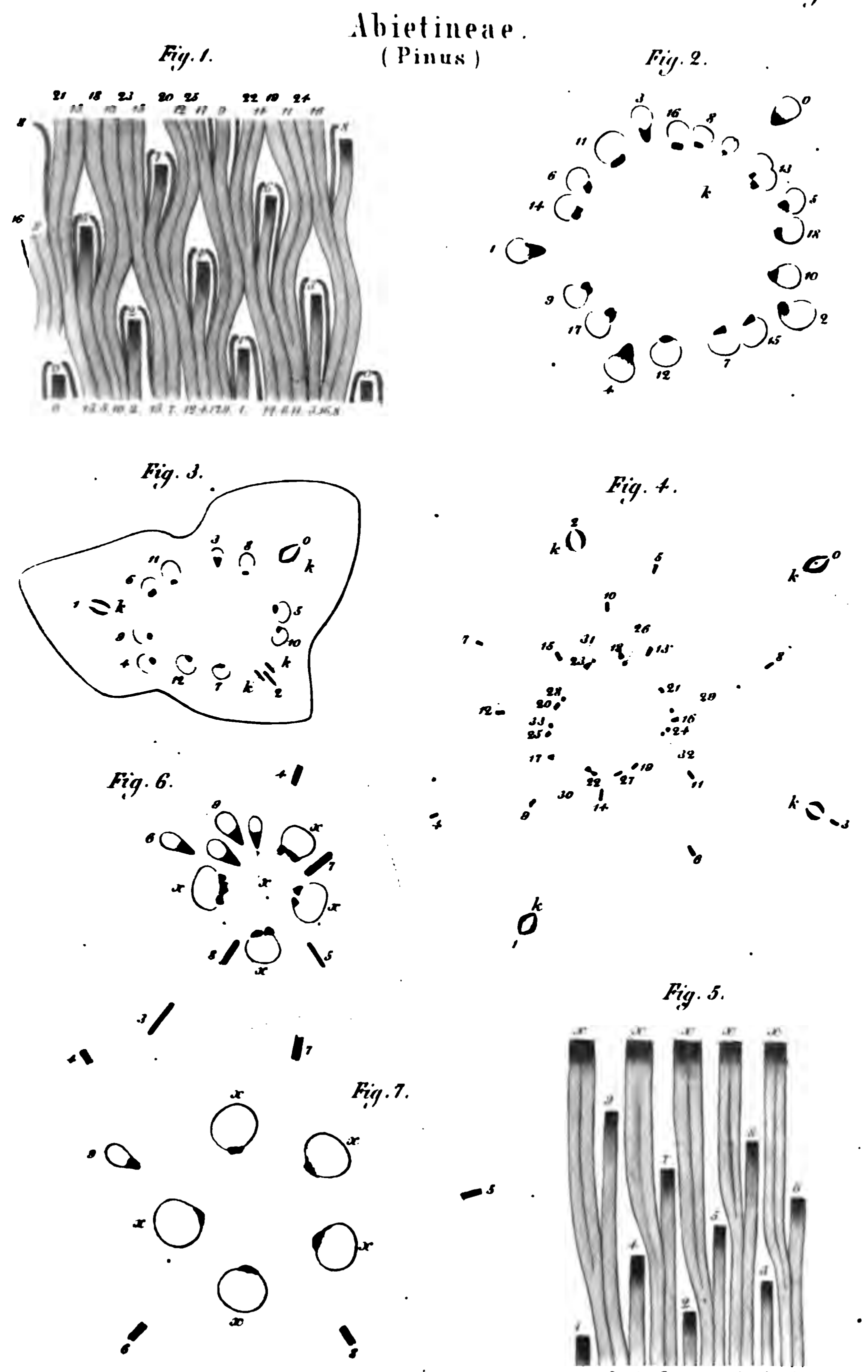


1. Abies Cephalonica Loud. 2. A. Siberica Led. 3. A. Pinsapo Boiss. 4. Picea excelsa Link. 5. P. Khutrow Carrière. 6. Cedrus Libani Boiss. 7. C. Deodara Loud. 8. Larix Europaea DC.

Geyler ad nat. del. C. Laue lith.



Abietineae.
(Pinus)



1. 2. Pinus Silvestris L. – 3. P. Montezumae Lindl. – 4. P. Pallasiana Lamb. – 5. 6. 7. P. Excelsa Wall.

Geyler ad nat. del. C. Laue lith.



Taxineae.

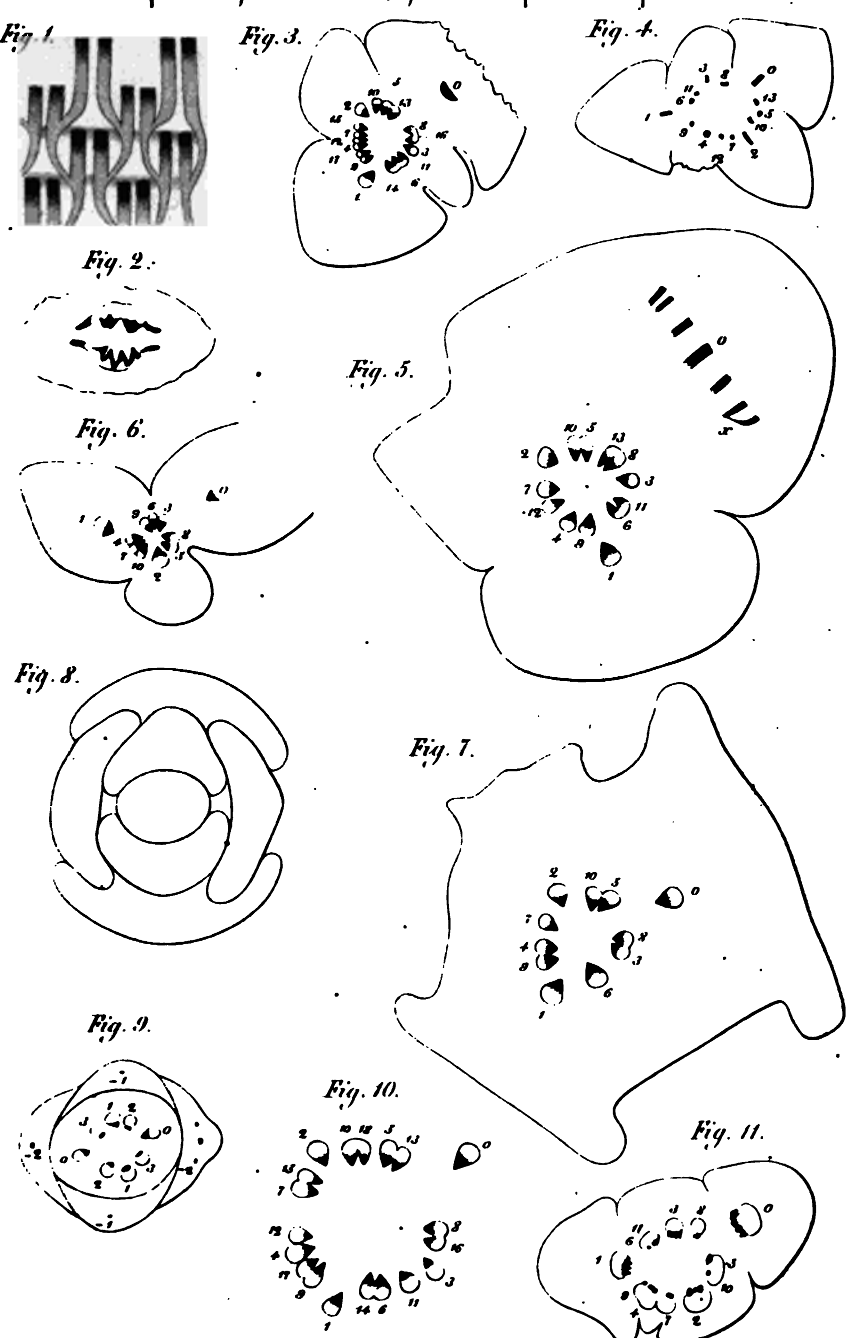
Fig. 1 Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 2. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

1. 2. Salisburia Adiantifolia Smith. 3. 4. Phyllocladus trichomanoides Don. 5. Taxus baccata L. 6. 7. Cephalotaxus Fortunei Hook. 8. Torreya grandis Fortune.

Geyler ad nat. del. C. Laue lith.



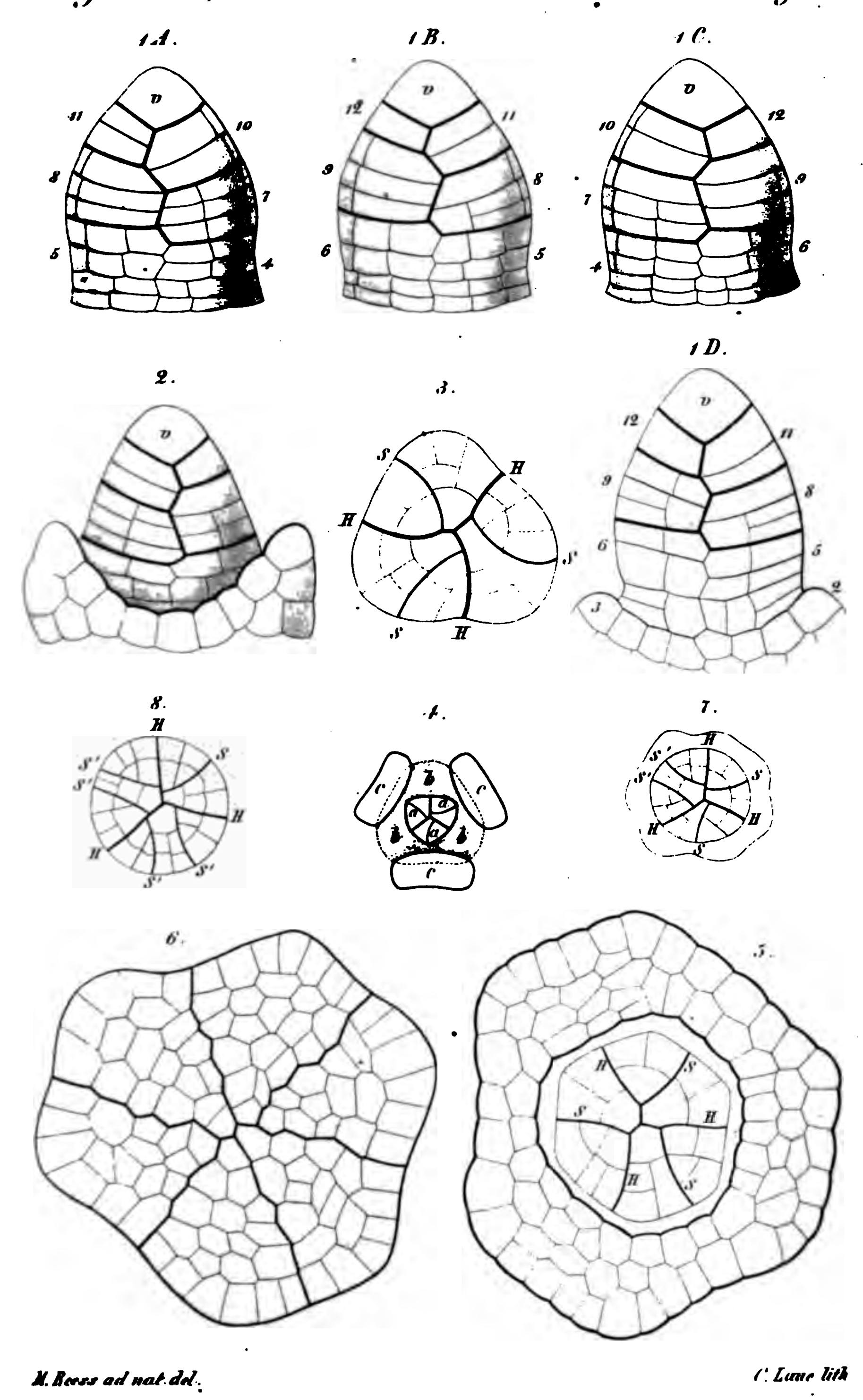
Sequoieae, Araucarieae, Podocarpeae u. Ephedra.



1. 2. Ephedra Equisetiformis Webb. u. Berth. 3. Sequoia gigantea Endl. 4. Cunninghamia Sinensis R. Br. 5. Araucaria Bidwilli Hook. 6. Araucaria Cunninghami Ait. 7. Saxe-Gothaea Conspicua Lindl. 8. 9. Dammara Australis Lamb. 10. Podocarpus taxifolia Humb. u. Bonpl. 11. Podocarpus Spinulosa R. Br.

Geyler ad nat. del. C. Laue lith.

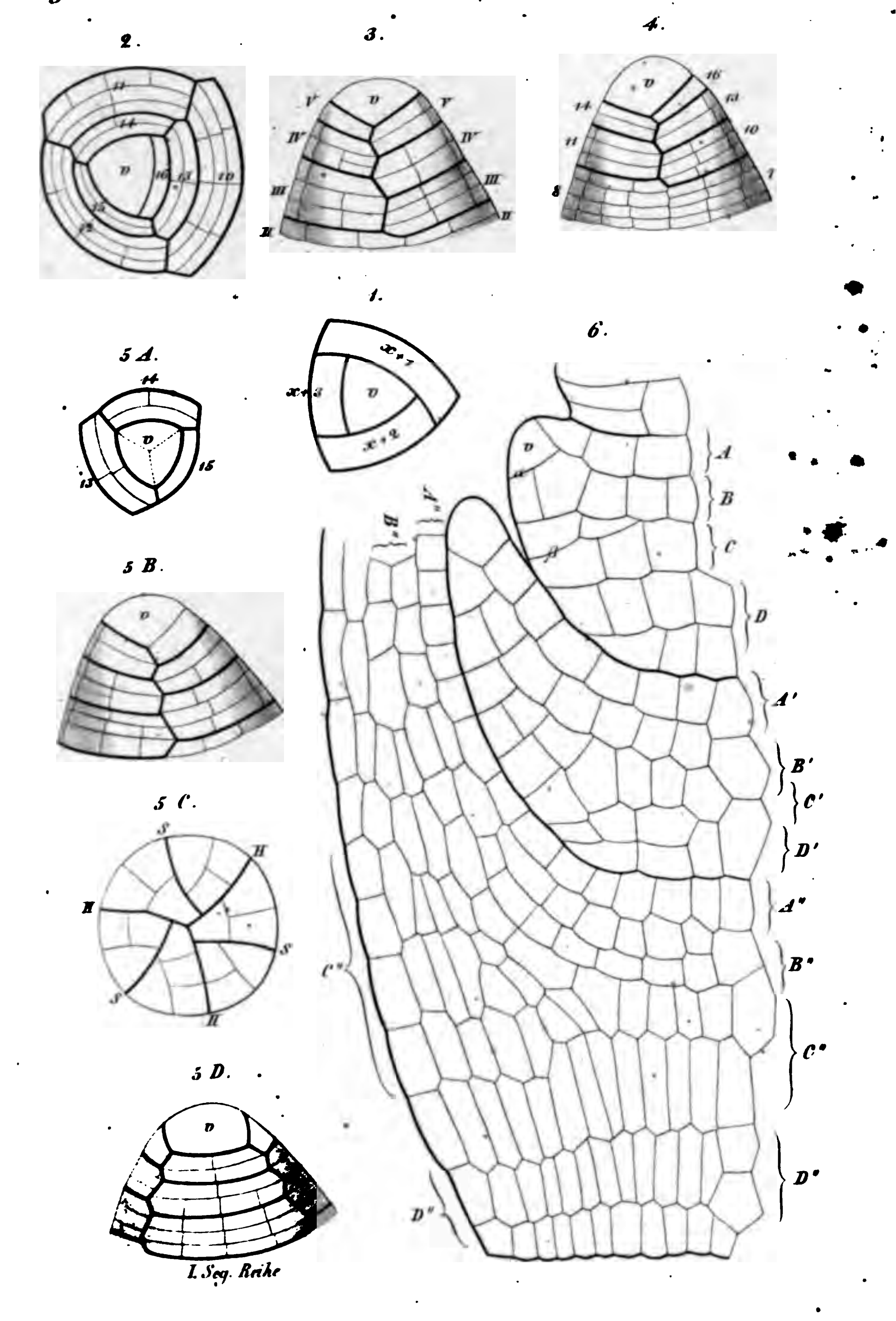




M. Reess ad nat. del.

C. Laue lith

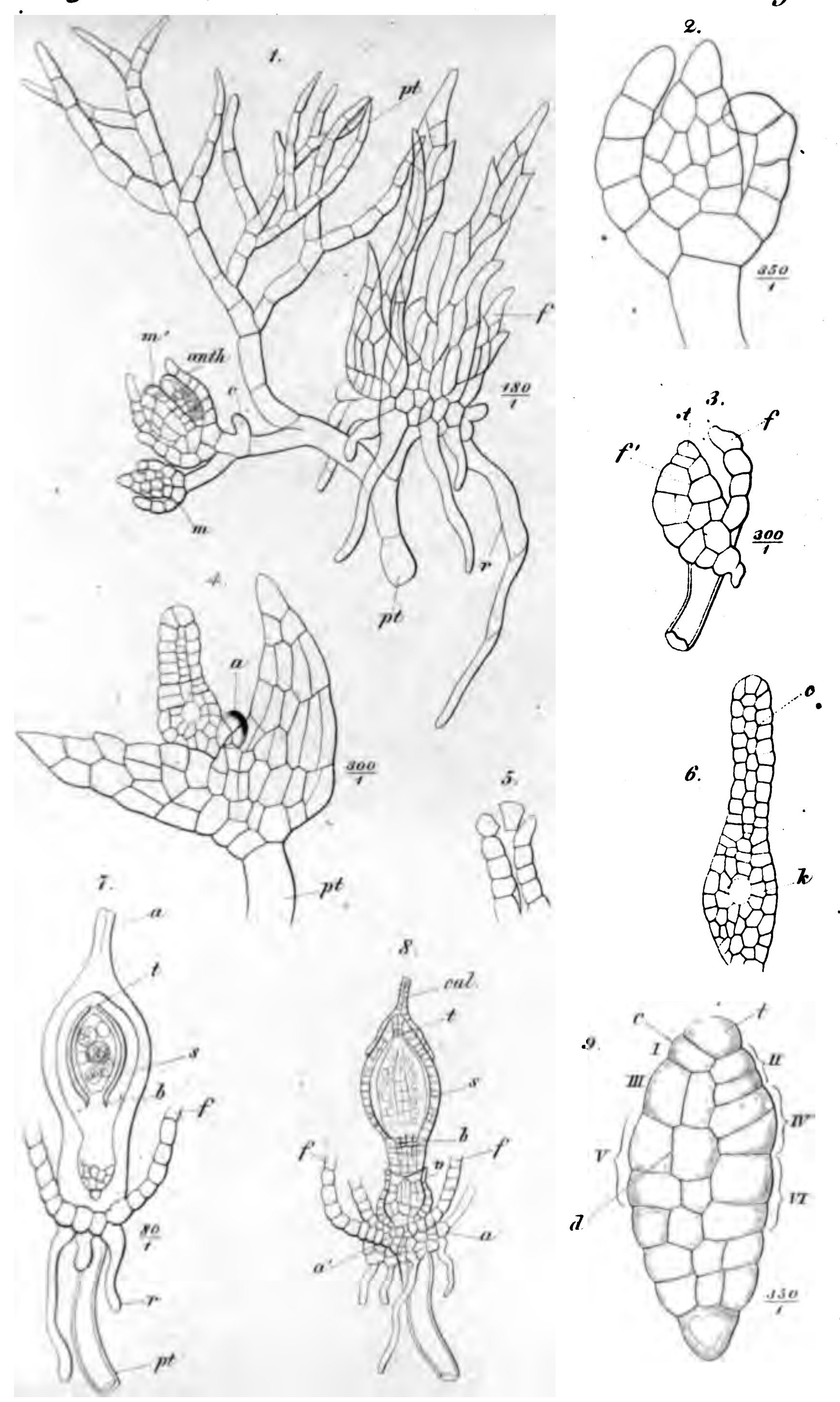




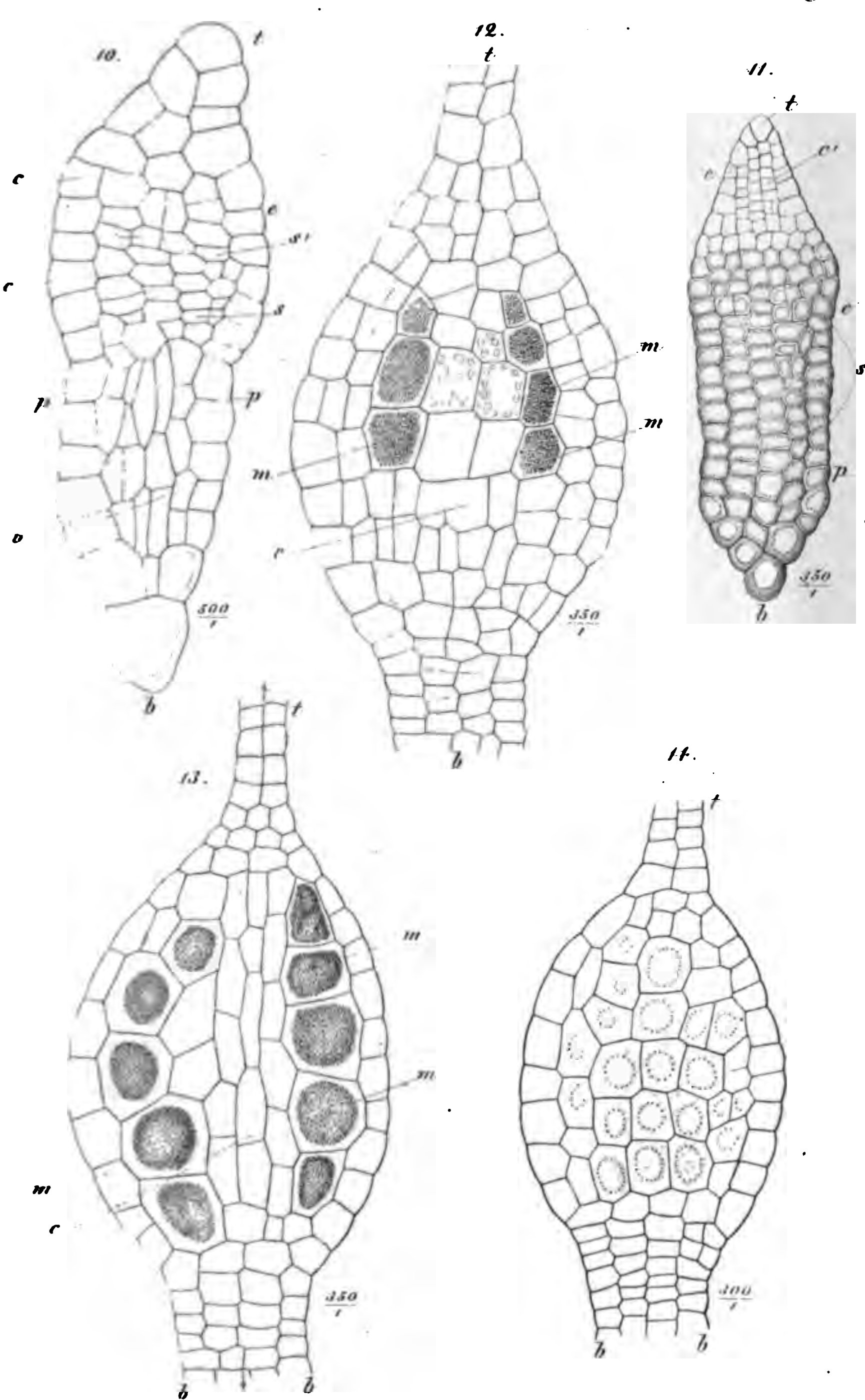
H. Reess ad nat. del.

C. Laue lith.



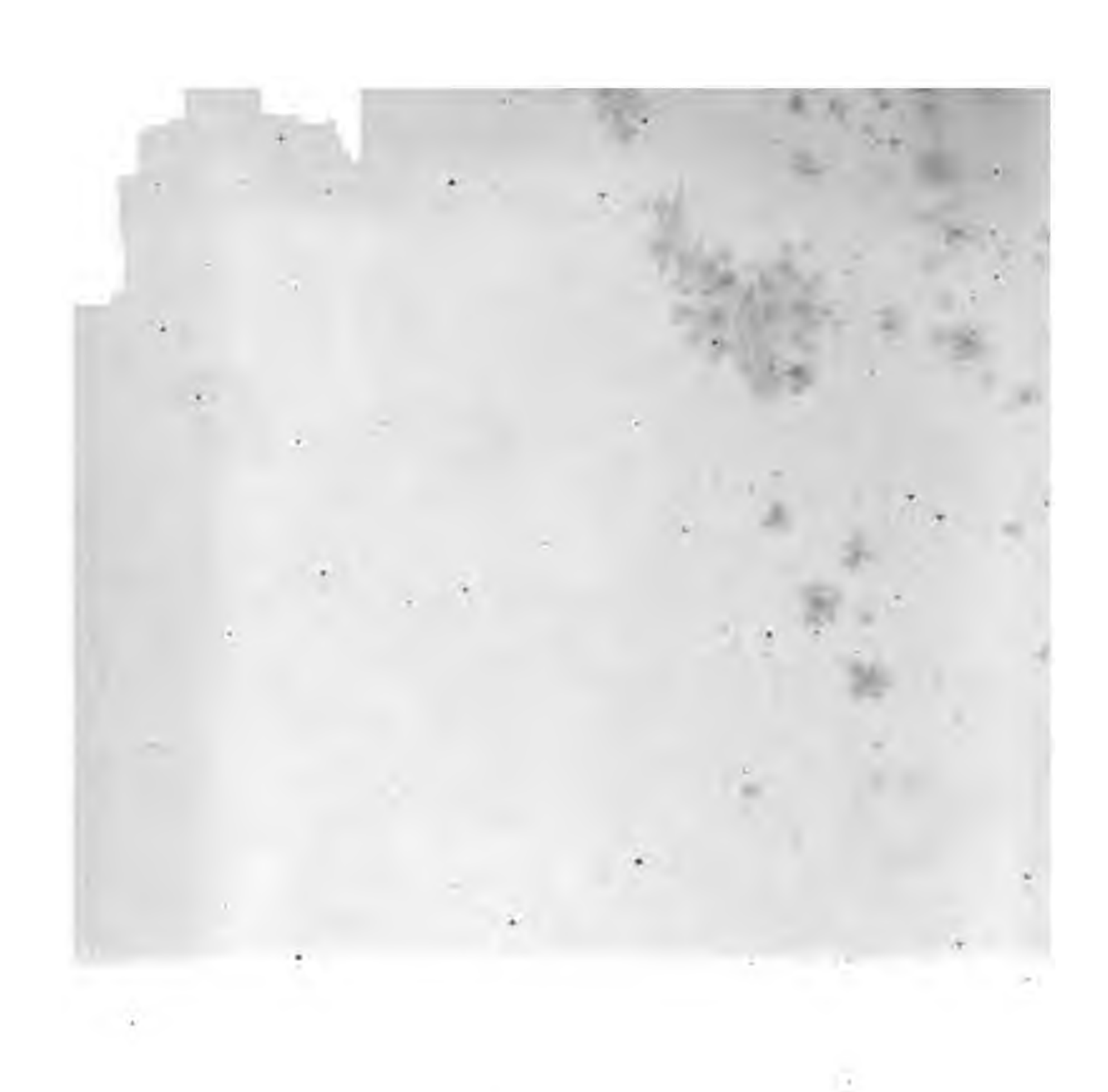


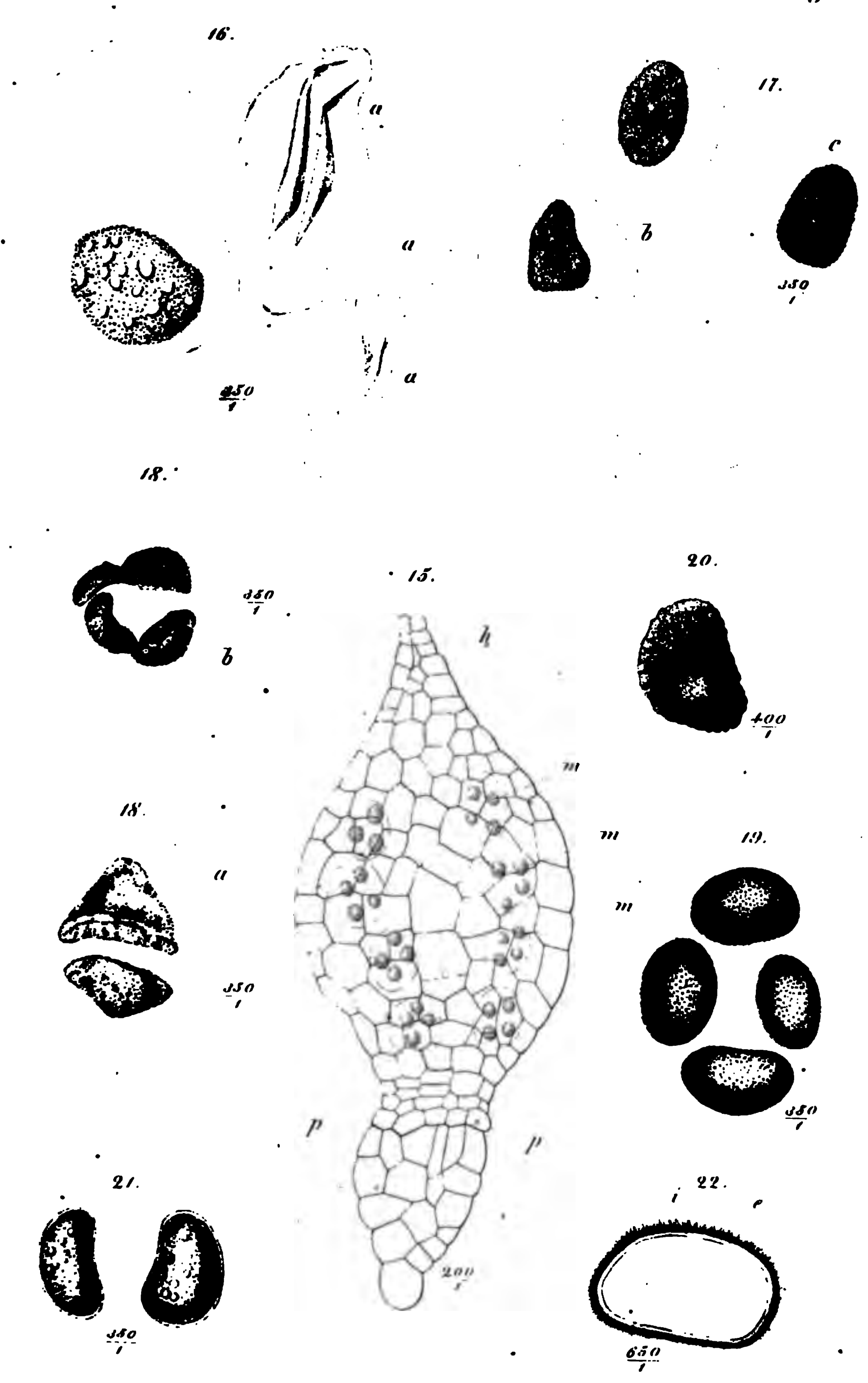
J. Müller ad nat. del. C. Laue lith.



N. Müller ad nat. del.

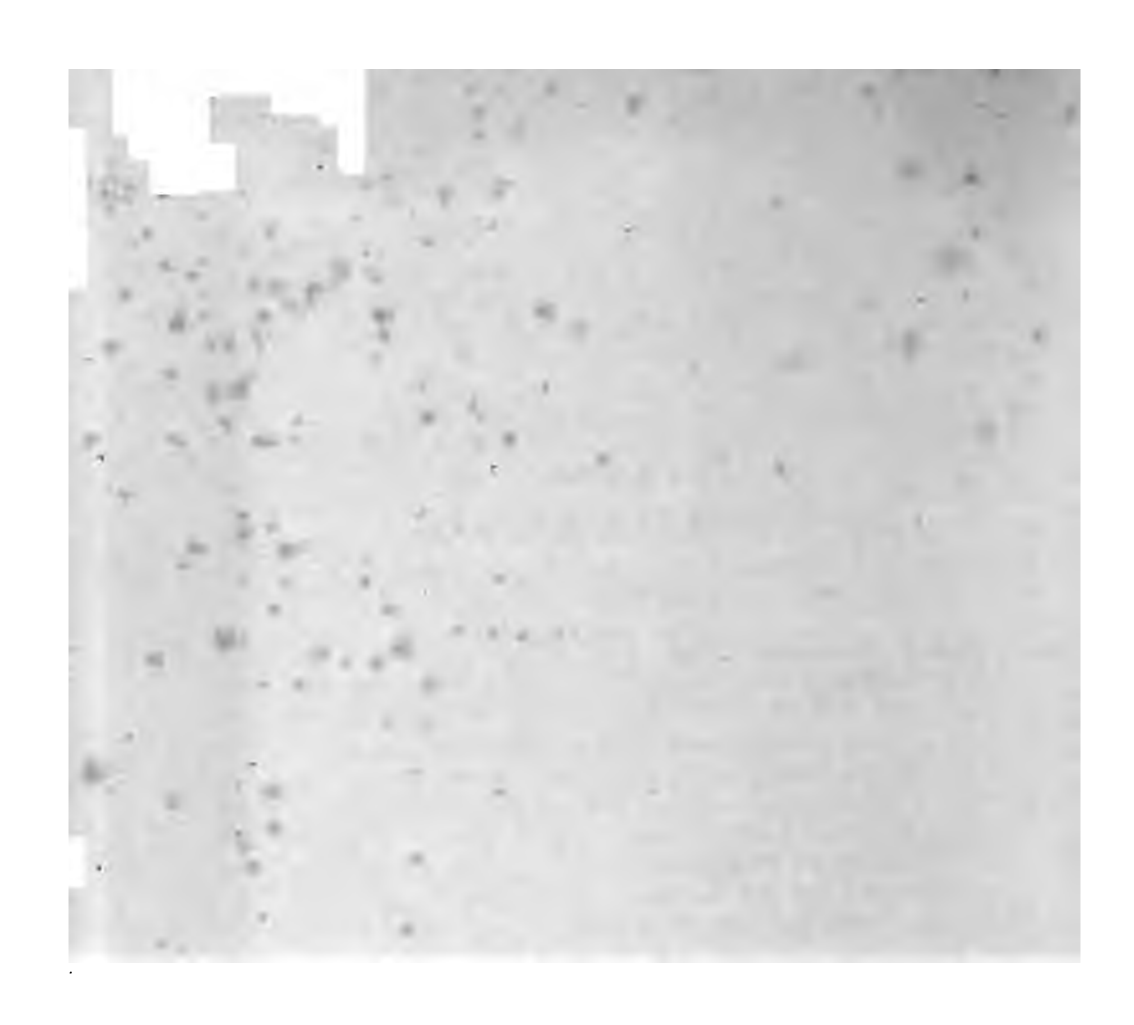
C. Laue lith.





N. Müller ad nat. del.

C. Laue lith.



Inhalt

des vorliegenden Heftes 3. Bd. VI.

Mykologische Beiträge

von

F. Hildebrand.

I. Ueber einige neue Saprolegnieen.

(Mit Taf. XV u. XVI.)

Im vergangenen Frühjahr beobachtete ich ausser einigen schon von Pringsheim[1]) und de Bary[2]) beschriebenen Saprolegnieen einige andere neue, noch nicht bekannte, welche manche Eigenthümlichkeiten zeigten, so dass ich dieselben einer Beschreibung für werth erachte; sie werden auch dazu dienen, um auf einzelne charakteristische Artunterschiede für weitere Beobachtung dieser Familie aufmerksam zu machen.

1. Achlya racemosa n. sp. (Taf. XV.)

Auf einem stehenden Gewässer bei Roisdorf in der Nähe von Bonn fand ich im April vorigen Jahres einen, vielleicht von einem Lythrum herrührenden, noch berindeten holzigen Pflanzenstengel schwimmend, auf welchem kleine farblose Polster sassen, die ich ohne Hülfe des Mikroskops für ein thierisches Gebilde hielt; bei der genaueren Untersuchung stellte sich aber heraus, dass diese Polster aus den Fäden einer sehr interessanten Saprologniee bestanden. Da ich einer ähnlichen Art nirgends mit Sicherheit Erwähnung gethan finde, so will ich die vorliegende Pflanze — die zur Gattung Achlya gehört — wegen ihres charakteristischen traubigen Oogonienstandes Achlya racemosa nennen.

---

1) Pringsheim, diese Jahrbücher I. p. 285 und II. p. 205.

2) de Bary, diese Jahrbücher II. p. 169.

Indem ich die erwähnte Pflanze auf ihrer ursprünglichen Grundlage zu Hause in einem Gefässe mit Wasser weiter kultivirte, welches durch darin vegetirende Anacharis Alsinastrum frisch erhalten wurde, so konnte ich hintereinander ihre verschiedenen Entwickelungsstufen studiren. Der Pilz [1]) erscheint zuerst in kleinen rundlichen oder langgestreckten Polstern, welche aus der Rinde des schwimmenden Stengelstückes, auf welchem er vegetirt, hervorbrechen, und zwar am kräftigsten auf dessen oberer Seite, welche sich zwar auch im Wasser befindet, aber nicht weit von dessen Oberfläche entfernt ist. Diese Polster bestanden anfangs aus kurzen unverzweigten Fäden, welche $\frac{4-5^{mm}}{182}$ dick waren, wenig körnige Stoffe enthielten und beim Hervorziehen aus dem Wasser schlaff herabhingen; untermengt waren dieselben mit bedeutend stärkeren Fäden von $\frac{12-14^{mm}}{182}$ im Durchmesser, welche nicht weit von ihrem Ursprunge sich zu verzweigen begannen, gegen ihre Spitzen sehr stark mit körnigem Protoplasma angefüllt waren und beim Hervorziehen aus dem Wasser starr von ihrer Grundlage abstanden. Diese letzteren sind die Anfänge unseres vorliegenden Pilzes; die ersteren dünneren und schlaffen Fäden scheinen mir hingegen einer anderen später zu beschreibenden Art anzugehören. Die starken, ausserhalb des Wassers starren Pilzfäden dehnen sich nun aus und wachsen zu einem kleinen, mehr oder weniger verzweigten einzelligen Bäumchen heran. In Fig. 1 der Taf. XV ist ein solches Bäumchen abgebildet, ich muss aber dabei bemerken, dass dies abgebildete Exemplar ein besonders schön entwickeltes war, meistens tritt die Verzweigung nicht in solcher Stärke auf. Das Protoplasma des Hauptstammes rückt bei der Bildung der Aeste zum grössten Theil in diese hinein und nur ein kleiner, wenigkörniger Theil bleibt im Hauptstamm und dem Grunde der Aeste zurück.

Die Spitzen einzelner Aeste fangen nun an etwas keulig anzuschwellen; in ihnen sammelt sich immer mehr ein starkkörniges Protoplasma an, sie werden ganz undurchsichtig und sind schon mit unbewaffnetem Auge an ihrem weissen Ansehen vor den übrigen durchsichtigen Theilen der Pflanze kenntlich. Diese Spitzen werden

1) Nachdem unter den unbestreitbaren Pilzen zahlreiche Fälle von Zoosporenbildung aufgefunden sind, ist es nicht mehr statthaft, die Saprolegnieen, welche man früher allein wegen ihrer Zoosporenbildung zu den Algen stellte, bei diesen zu lassen; sie sind zu den Pilzen zu stellen.

nun an dem einzelligen verzweigten Pilzfaden an der Stelle, wo der Protoplasmareichthum plötzlich aufhört, durch eine Querwand abgeschieden, und so sind die Zoosporangien in ihrer Grundlage fertig. Dieselben haben hier eine solche Grösse, wie sie kaum von anderen Saprolegnieen bekannt sein dürfte; unter anderen ergaben sich bei den Messungen derselben folgende Zahlenverhältnisse: 1) $\frac{30}{182}$ mm lang, $\frac{5}{182}$ mm breit; 2) $\frac{40}{182}$ mm lang, $\frac{10}{182}$ mm breit; 3) $\frac{50}{182}$ mm lang, $\frac{10}{182}$ mm breit; 4) $\frac{65}{182}$ mm lang, $\frac{10}{182}$ mm breit, und sogar in einem Falle $\frac{120}{182}$ mm lang und $\frac{12}{182}$ mm breit; die Grössenverhältnisse wie Nr. 3 wurden am häufigsten beobachtet. Wir sehen hiernach, dass die Dicke der Zoosporangien nicht so bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, wie deren Länge; die zuerst gebildeten Zoosporangien sind gewöhnlich die dicksten, was damit zusammenhängt, dass sie die Enden der Hauptzweige sind, während die folgenden an Seitenzweigen stehen, welche immer dünner und dünner werden, einem je höheren Grade der Verzweigung sie angehören; überhaupt ist zu bemerken, dass sie meistentheils, wenigstens in ihrem mittleren Theil, in ihrer Dicke die Dicke des Astes, welcher sie trägt, übertreffen.

In den so angelegten Zoosporangien tritt nun bald eine Sonderung des Inhalts zu Zoosporen ein (Fig. 2); endlich wird die Spitze des Zoosporangiums durchbrochen und der Inhalt dieses tritt hervor, in gleicher Weise, wie dieses schon ausser von A. Braun[1]) am ausführlichsten von de Bary[2]) an Achlya prolifera[3]) beobachtet und beschrieben worden: es ordnen sich nun nämlich die aus dem Zoosporangium hervortretenden kugeligen Zellen vor der Mündung desselben zu einer Hohlkugel an (Fig. 3 rechts und links), und erst nachdem sie hier eine Zeit lang unbeweglich verweilt haben, tritt aus jeder Zelle eine Zoospore hervor und eilt davon; die leeren Zellhäute kann man nachher noch deutlich vor der Mündung des Zoosporangiums liegen sehen (Fig. 3 oben).

Die Zoosporen (Fig. 4) haben ungefähr die Gestalt einer Bohne, ihre 2 Wimpern entspringen aus einer schwachen Einbuchtung, die eine von ihnen ist nach vorne, die andere nach hinten — parallel dem Längendurchmesser der Zoospore — gerichtet. Am besten sind die Zoosporen beim Hervortreten aus ihrer Hülle zu beobachten, besonders deutlich konnte ich aber ihre Bewegungen und ihre Gestalt

1) A. Braun, Verjüngung p. 201.

2) de Bary, Bot. Zeit. 1852, p. 479.

3) Dieser Name ist wohl zu verwerfen, da unter ihm, ähnlich wie bei Vaucheria unter V. clavata, verschiedene Arten der Gattung Achlya begriffen sind.

in einem Falle sehen, wo dieselben sich beim Ausschlüpfen in das Zoosporangium zurück verirrt hatten, und nun viele Anstrengungen machten, frei davon zu schwimmen; sie schwammen immer ihrer Längsrichtung parallel, die eine Wimper nach vorne, die andere nach hinten gerichtet. Wenn sie zur Ruhe kommen, nehmen sie eine Kugelgestalt an und bald darauf tritt die Keimung ein (Fig. 4).

Unterhalb der sich zuerst entwickelnden endständigen Zoosporangien entstehen bisweilen, doch im Allgemeinen nicht häufig, ganz eigenthümlich geformte Zoosporangien, welche ein Mittelding zwischen endständigen und seitenständigen darstellen (Fig. 1 oben und Fig. 3): dicht unterhalb der Scheidewand, welche das erste endständige Zoosporangium von dem Pilzfaden abscheidet, bilden sich nämlich zwei Seitenzweige in entgegengesetzter Richtung und füllen sich stark mit körnigem Inhalt. Man sollte nun nach Analogie anderer Achlya-Arten erwarten, dass jeder dieser Zweige durch eine Querwand von der Achse, aus welcher er entsprungen, abgeschieden werden würde; dies geschieht aber nicht, vielmehr entsteht eine Querwand in dem Achsenfaden parallel derjenigen, welche das erste endständige Zoosporangium abgetheilt hat; das neue Zoosporangium hat hiernach eine eigenthümlich dreischenklige Gestalt, indem nicht bloss in den Seitenästen, sondern auch im abgetheilten Ende der Achse sich Zoosporen entwickeln, welche endlich an den Spitzen der beiden Seitenäste hervortreten. Fig. 3 zeigt einen solchen Fall, wo man vor der Mündung des ersten endständigen Zoosporangiums noch die Hüllen der Zoosporen sieht, während vor den beiden anderen Mündungen des zweiten die so eben hervorgetretenen Zoosporen noch bewegungslos und ungehäutet daliegen. Es steht diese Art der Zoosporangienbildung gewissermaassen in der Mitte zwischen der, wie sie für die Gattung Saprolegnia auf der einen Seite und Achlya auf der anderen Seite charakteristisch ist: mit Achlya hat sie die Bildung der Seitenäste gemein, mit Saprolegnia die Bildung des Sporangientheiles, welcher aus dem Ende derselben Achse entsteht, aus welcher durch Abscheidung der Spitze das erste Sporangium entstanden. Ein Hindurchwachsen dieses Theiles in die leere Höhlung des vorher gebildeten Sporangiums findet aber hier nie statt, weder an diesen eigenthümlich gebildeten Zoosporangien, noch an den übrigen (Fig. 1 rechts), welche einzeln am Ende der Zweige entstehen und die Ausbildung der Spitze dieser begrenzen. Nach diesem Verhalten bei der Zoosporangienbildung, sowie nach der Form und Bil-



dungsweise der Zoosporen gehört also die vorliegende Pflanze ohne Zweifel zur Gattung Achlya.

In welchem Verhältnisse die Aufeinanderfolge der geschlechtlichen Fortpflanzung durch Oosporen bei unserer Pflanze zu der ungeschlechtlichen durch Zoosporen steht, ob an denselben Pflanzen, an welchen die Zoosporangien sich bilden, auch später Oogonien auftreten können, oder ob die Oogonienpflanzen direkt aus Zoosporen entstehen, konnte ich nicht mit Sicherheit bestimmen; doch möchte ich mich für das letztere entscheiden, indem ich an keinem Exemplar geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane zugleich auffand; die mit Oogonien versehenen Zweige entsprangen immer direkt aus dem ernährenden Boden des Pilzes — wahrscheinlich dauert die Entwickelung der Zoosporangienpflanzen aus immer neuen und neuen Zoosporen eine Zeit lang fort, bis endlich ein Zeitpunkt eintritt, wo aus den Zoosporen sich Oogonienpflanzen entwickeln. Diese letzteren, gleich den Zoosporangienpflanzen zu kleinen Polstern vereint (Fig. 5), zeichnen sich nun durch folgende Merkmale aus: An einem aus der nährenden Unterlage entspringenden, meist einfachen, seltener getheilten Pilzfaden, welcher am Grunde ungefähr dieselbe Dicke hat, wie der Hauptstamm der beschriebenen Zoosporangienpflanzen, sitzen gegen das Ende desselben zu zahlreiche, bis 18, Oogonien zu einer Traube angeordnet (Fig. 6). Diese Oogonien entstehen am Ende kurzer seitlicher Zweige der Hauptachse als kugelige Anschwellungen, die stark mit Protoplasma sich füllen; nachdem diese Kugeln eine bestimmte Ausbildung erreicht, entwickeln sich an ihrem Stiele zwei seitliche Aeste, die Grundlage der Antheridien (Fig. 7). Zur Zeit, wo diese anfangen hervorzutreten, ist das Oogonium von seinem Stiele noch nicht durch eine Querwand getrennt, selbst dann noch nicht, wenn die Antheridienäste mit ihrer Spitze dem Oogonium schon anliegen (Fig. 7).

Für die nächsten Entwickelungszustände und den Vorgang der Bildung von Befruchtungskugeln fehlte zur Beobachtung das geeignete Material; hingegen fanden sich zahlreiche Fälle, um die darauf folgenden Verhältnisse zu beobachten. In den Oogonien haben sich mehrere, 3—12, Befruchtungskugeln gebildet, welche an der Wand des Oogoniums in den Mittelpunkt dieses zurückgetreten sind. Die Wand der Oogonien ist aussen glatt, innen in eigenthümlicher Weise gewellt; es sind in ihr nirgends derartige Löcher zu bemerken, wie sie von Pringsheim z. B. an den Oogonien von Saprolegnia monoica, dioica und Pythium monospermum beschrieben. Die seitlichen



Zweige des Oogoniumstieles, welche in unserem Falle fast ausnahmslos in der Zahl von zweien vorhanden sind, haben sich nunmehr zu Antheridien ausgebildet; ihre mit körnigen Stoffen angefüllte Spitze hat sich keulig verdickt, ist durch eine Querwand von dem unteren dünneren Theil abgeschieden und liegt dem Oogonium eng an. In einem späteren Stadium der Entwickelung bemerkt man nun, dass an der Stelle, wo das Antheridium dem Oogonium anliegt, die Membran des letzteren durchbrochen ist, und dass durch diese Oeffnung aus dem Antheridium ein schlauchartiges Gebilde zu den Befruchtungskugeln hinüberreicht, die eine oder andere derselben deutlich berührend oder zwischen der ganzen Masse derselben verschwindend. Es findet hier also der auffallende Unterschied von allen bis dahin beschriebenen Achlya- und Saprolegnia-Arten statt, dass die Membran der Oogonien keine Oeffnungen durch den selbstständigen Verlauf ihrer eigenen Entwickelung in sich bildet, durch welche die Antheridien hindurchwachsen können, sondern dass solche Oeffnungen erst durch die anliegenden Antheridien hervorgebracht werden, natürlich in einer verhältnissmässig sehr beschränkten Anzahl, da jede der beiden Antheridien nur eine Oeffnung bohrt. Ganz genau liess sich der Vorgang dieses Durchbrechens an der vorliegenden Art nicht beobachten, es schien durch die Berührung der Antheridien einestheils ein Druck auf die Wand des Oogoniums ausgeübt zu werden, anderentheils die berührte Stelle der Auflösung anheimzufallen — etwas sicherer konnte man diese beiden Umstände, sowie den Akt der Befruchtung selbst an einer sogleich zu besprechenden Art erkennen. Der Zeitpunkt, wo gerade das Hinübertreten aus den Antheridien zu den Befruchtungskugeln beginnt, konnte ich nicht antreffen; die von einer Membran umgebenen Befruchtungskugeln — jetzt richtiger Sporen genannt — der vorliegenden Abbildungen Fig. 8 und 9 zeigen, dass hier die Befruchtung schon stattgefunden hatte; ich vermag also für diesen Fall nicht zu sagen, ob hier bewegliche Körper die Befruchtung vollziehen.

Fassen wir alles kurz zusammen, was bei der Achlya racemosa für ihre systematische Stellung wichtig und charakteristisch ist, so ist es Folgendes: Farblose, ausserhalb des Wassers starre einzellige Pilzfäden, unter Wasser in rundlichen Polstern auf holziger Unterlage wachsend, theils verzweigt und mit Zoosporangien, theils einfach oder sehr wenig verzweigt und mit traubig angeordneten Oogonien. Die Zoosporen vor der Mündung der Zoosporangien sich häutend, bohnenförmig mit 2 Wimpern in der Ausbucht; Zoospo-

rangien entweder nur einmal am Ende der Zweige gebildet, oder unter dem endständigen ein durch Sprossung dreischenkliges entstehend. Oogonien ohne Löcher in der Membran, an ihrem Stiele 2 einfache Antheridienzweige, mit einem aus ihrer Spitze hervortretenden Schlauche die Wand des Oogoniums durchbohrend.

2. Achlya lignicola n. sp. (Taf. XVI. Fig. 1—6.)

Mit der so eben besprochenen Achlya racemosa zusammen fand sich auf demselben schwimmenden Stengelstück und manchmal in denselben Polstern eine andere Achlya-Art, die durch mehrere Merkmale sich vor jener charakterisirt, und welche ich nach ihrem Vorkommen, welches sie zwar noch mit anderen Saprolegnieen theilt, im Folgenden Achlya lignicola nennen will. Die Fäden dieser Achlya sind, aus dem Wasser gezogen, stets schlaff, und dadurch schon bei oberflächlicher Betrachtung von denen der Achlya racemosa zu unterscheiden; sie haben einen bedeutend kleineren Durchmesser als jene, nämlich nur von $\frac{4}{182}$—$\frac{7}{182}$ mm und sind viel weniger verzweigt. Die Zoosporangien bilden sich am Ende der Fäden und sind, entsprechend der geringeren Grösse der ganzen Pflanze, um ein bedeutendes kleiner, als die von Achlya racemosa (vergl. Fig. 1 u. 2 mit Taf. XV. Fig. 2 u. 3); hingegen haben sie mit diesen die Art ihrer Entwickelung und Ausbildung vollständig gemein; ebenso gleichen sich die Zoosporen beider Arten sehr. Eine zweimalige Bildung von Zoosporangien an einem und demselben Zweigende, wie bei Achlya racemosa, oder aus zwei unter dem ersten endständigen seitlich hervorsprossenden Aesten, wie sie bei anderen Achlya-Arten vorkommt, habe ich an dem mir zu Gebote stehenden Material nicht auffinden können.

Im Gegensatze zu Achlya racemosa sah ich mehrfach — im allgemeinen aber doch nur ausnahmsweise — an einem und demselben Pilzfaden Zoosporangien und Oogonien (Fig. 1 u. 2), so dass kein Zweifel über die Zusammengehörigkeit beider hier vorliegt. In vielen Fällen entstehen die Oogonien am Ende langer dünner Aeste (Fig. 6 a), mit der Lupe als kleine weisse Köpfchen sichtbar; in anderen, nicht seltenen Fällen sitzen sie kurz gestielt an der Seite der Pilzfäden (Fig. 1), jedoch sind sie hier niemals traubig angeordnet, wenn auch bisweilen etwas genähert; ausserdem sind sie um ein bedeutendes kleiner als bei Achlya racemosa, so dass nach allem wohl schwerlich eine Vereinigung dieser beiden Arten zu einer einzigen

statthaft sein möchte. Wenn das Oogonium schon seine endliche Grösse erreicht hat, entwickeln sich aus seinem Träger entweder dicht unter ihm oder wenig davon entfernt die Antheridienzweige (Fig. 6 a), in einigen Fällen nur zwei (Fig. 2 u. 5), viel öfter zu dreien (Fig. 6), oder vieren (Fig. 3), oder noch mehreren. Diese Antheridienzweige legen sich bei weiterer Entwickelung mit ihrer keuligen Spitze an die Membran des Oogoniums an, während eben diese Spitze sich als Antheridium von dem unteren dünneren Theil durch eine Querwand abscheidet; die Fig. 3 zeigt, dass diese Abtrennung der Antheridien noch eher eintritt, als das Oogonium durch eine Wand von seinem inhaltsarmen Träger geschieden ist. Endlich geschieht dies auch: der dicke körnige Inhalt theilt sich in die Befruchtungskugeln, welche in einer Anzahl von 2—6 (Fig. 4, 5, 6) sich bilden — aus den vorliegenden Abbildungen darf also nicht auf die Zahl der Oosporen bei dieser Art geschlossen werden, es wurden diese, nur wenige Befruchtungskugeln enthaltenden Oogonien deshalb ausgewählt, weil man bei ihnen die von den Antheridien ausgehenden Schläuche besser sehen kann.

Zu dieser Zeit nun hat die Wand des Oogoniums, wie bei Achlya racemosa, keine Spur von Löchern, sondern ist ganz ununterbrochen, aussen glatt, innen eigenthümlich gewellt. Nun findet die Befruchtung statt: die Antheridien drücken mit ihrer Spitze gegen die Oogonienwand, drängen diese etwas nach innen (Fig. 6), und lösen sie an der Berührungsstelle auf; zu gleicher Zeit tritt aus ihnen ein Schlauch in die Oogonienhöhlung hinüber, der allmählich sich verlängert und endlich zwischen den Befruchtungskugeln endigt (Fig. 5 und 6); bisweilen spaltet sich auch der aus den Antheridien hervortretende Schlauch in zwei Theile, welche zu verschiedenen Befruchtungskugeln verlaufen (Fig. 4). Durch diese Antheridienschläuche tritt nun der feinkörnige Inhalt aus der ausserhalb des Oogoniums liegenden keuligen Antheridienzelle zu den Befruchtungskugeln hinüber. Den Augenblick, wo dieses Hinübertreten beginnt, zu sehen, ist mir nicht geglückt, nur in einem Falle, welchen die Fig. 5 darstellt, traf ich das Stadium, in welchem ein Antheridium so eben angefangen eine Papille in die Oogoniumhöhle hineinzutreiben, welche Papille ich aber nicht sich weiter entwickeln sah; in den meisten Fällen, von denen einige in Fig. 4, 5, 6 dargestellt sind, war schon die Papille zu einem Schlauche ausgewachsen, welcher zwischen und an den Befruchtungskugeln verschwindend die Beobachtung seines weiteren Verlaufes hinderte. Die Befruchtung war in diesen Fällen im



besten Gange, indem ein Theil des Antheridieninhalts in dem erwähnten Schlauche sich befand — vollendet war sie noch nicht, da die Befruchtungskugeln noch keine Membran erkennen liessen. Die Abbildungen (Taf. XV, Fig. 8 u. 9) von Achlya racemosa, wo wir auch die Antheridienschläuche wahrnehmen, unterscheiden sich von den vorliegenden der Achlya lignicola dadurch, dass sie in einem späteren Stadium aufgenommen sind, wo die Sporen schon mit einer doppelt kontourirten Haut umgeben und die zu ihnen führenden Antheridienschläuche schon ganz oder fast ganz entleert sind.

Hier, bei der Achlya lignicola, glaubte ich Anfangs im Anschluss an die Darstellung, welche Pringsheim[1]) von der Befruchtungsweise der Saprolegnia monoica giebt, bewegliche Samenkörper zu sehen, den Samenkörpern von Vaucheria entsprechend, musste jedoch mich später dafür entscheiden, dass die Bewegung der in den Antheridien und ihren Schläuchen befindlichen kugeligen Körperchen eine molekulare sei — ich finde auch keinen zwingenden Grund, hier bewegliche Samenkörper, denen anderer Kryptogamen analog, vorauszusetzen; der ganze hinübertretende Inhalt der Antheridien kann ja durch seine Vermischung mit den Befruchtungskugeln die Befruchtung zu Wege bringen. Ob diese Vermischung in der Weise geschieht, dass der Antheridienschlauch sich an der Spitze öffnet und sein Inhalt in dieser Weise direkt zu den Befruchtungskugeln hinüberfliesst, oder ob dieser Inhalt durch seine geschlossene Membran hindurchtritt, wie solches de Bary bei der Befruchtung von Peronospora angiebt, muss ich dahingestellt sein lassen, indem es mir nicht gelang, die Spitze der Antheridienschläuche, wenn sie zwischen den Befruchtungskugeln angelangt waren, deutlich zu sehen. — In Folge der Befruchtung umgeben sich nun die Befruchtungskugeln mit einer Membran.

Die Charakteristik der Achlya lignicola würde hiernach folgende sein: Farblose, ausserhalb des Wassers schlaffe, einzellige Pilzfäden, im Wasser auf holziger Unterlage in kleinen Polstern wachsend, schwach verzweigt, mit langen dünnen Aesten. Zoosporangien endständig, einzeln, weder später von jüngeren durchwachsen, noch dicht unter ihnen eine Zoosporangienbildung durch seitliche Zweige. Zoosporen vor der Mündung des Sporangiums sich häutend, bohnenförmig, mit 2 Wimpern. Oogonien meist endständig, an langen dünnen Zweigen, seltener seitenständig mit kur-

1) Pringsheim, diese Jahrb. I. p. 293

zen Stielen und dann entfernt von einander, nicht traubig angeordnet; ihre Wand ohne Löcher. Von ihrem Stiele 2—5 einfache Antheridienzweige entspringend, die an dem Ende dieser befindliche Antheridie die Oogonienwand bei der Befruchtung mit einem Schlauche durchbohrend.

Ob eine der beiden vorliegenden Arten mit Kützing's Saprolegnia xylophila synonym ist, muss ich dahingestellt sein lassen, genau passt Kützing's Beschreibung auf keine von beiden. Möge die Sache sich verhalten wie sie wolle, so gehören nach der heutigen Eintheilung der Saprolegnieen unsere Arten jedenfalls zu der Gattung Achlya und der Name Saprolegnia wäre für sie unstatthaft.

3. Achlya polyandra n. sp. (Taf. XVI. Fig. 7—11.)

In das Wasser, in welchem ich aus den Sümpfen von Siegburg stammende Nitellen kultivirte, warf ich Ende April einige grosse Fliegen; auf diesen entwickelte sich bald eine Achlya in nicht sehr dichtem Rasen, indem nur hie und da einzelne ihrer Bäumchen aus dem Fliegenkörper hervortraten. Ich will dieselbe, wegen der meist zahlreich an jedes Oogonium sich anlegenden Antheridien — was allerdings auch bei mehreren anderen Saprolegnieen vorkommt, diese Art also allein nicht charakterisirt — im Folgenden mit dem Namen Achlya polyandra bezeichnen.

Die Fäden dieser Achlya sind anfangs so starr, dass sie mit der Fliege, aus welcher sie hervorbrechen, aus dem Wasser genommen steif von dieser abstehen; erst wenn sie bedeutend verlängert und älter sind, biegen sie sich ausserhalb des Wassers durch ihre eigene Schwere etwas um. Durch diese Starrheit der Fäden hat also die vorliegende Achlya mit der Achlya racemosa einige Aehnlichkeit; in gleicher Weise ist der Durchmesser der Fäden bei beiden Arten ungefähr derselbe und auch die Verzweigung eine ähnliche. Abweichend ist das Grössenverhältniss der Zoosporangien (Fig. 7): dieselben sind bei Achlya polyandra nicht viel dicker als die Fäden, an deren Ende sie stehen, und sind um ein bedeutendes länger als die der Achlya racemosa; durch beide Umstände haben sie nicht ein keuliges Ansehen. Die Zoosporen entwickeln sich aus ihnen, wie es der Gattung Achlya eigen, indem sie sich, vor die Spitze des Zoosporangiums getreten (Fig. 7), erst häuten, ehe sie, bohnenförmig gestaltet und mit 2 Wimpern in der Ausbucht versehen, davon eilen. Dicht unterhalb der Zoosporangien springt, meist schon vor der vollständigen Entwickelung dieser, ein Seitenzweig hervor, dessen Ent-

wickelung zu einem neuen Sporangium ich aber nicht beobachten konnte; ebensowenig habe ich eine Durchwachsung älterer Zoosporangien durch darunter sich bildende jüngere auffinden können.

Die Oogonien sitzen einzeln am Ende mehr oder weniger langer dünner Seitenzweige, welche unregelmässig zerstreut sich an der Pflanze befinden. Aus dem Stiele der Oogonien entspringen in einiger Entfernung von diesen mehrere (Fig. 8), seltener weniger (Fig. 9) Antheridienäste, welche nach dem Oogonium zu wachsen, sich dabei verzweigen, und an jeder Zweigspitze ein Antheridium entwickeln, welches sich an das Oogonium anlegt; durch diese für die vorliegende Art charakteristische Verzweigung der Antheridienäste wird also meist eine ziemlich grosse Anzahl von Antheridien für jedes Oogonium gebildet. Wie bei den vorher besprochenen Arten sind die Antheridien schon fertig, ehe das Oogonium sich durch eine Querwand von seinem Stiele geschieden hat (Fig. 8 u. 9). Wenn letzteres nun geschehen, so theilt sich der Inhalt des Oogoniums in die Befruchtungskugeln, deren Anzahl meist über 10 hinausgeht (Fig. 10 u. 11). Man bemerkt nun deutlich, dass in der Wand der Oogonien ebenso keine Löcher vorhanden sind, wie bei den vorhergehenden Arten; die Befruchtung geht hierauf in derselben Weise vor sich wie bei diesen. Auch hier kann man öfter eine Verzweigung des Schlauches sehen, welcher von dem Antheridium zu den Befruchtungskugeln hinübergeht; in einem Falle (Fig. 11) traten sogar zwei solcher Schläuche aus einem Antheridium hervor, von denen einer sich wiederum verzweigte. Bei einigen in diesem Stadium der Entwickelung befindlichen Oogonien sah ich in denselben sehr deutlich kleine Körnchen (Fig. 10 u. 11) von der gleichen Grösse und Gestalt, wie sie in den reifen Antheridien sich befinden; diese Körnchen tummelten sich frei in dem von Befruchtungskugeln leeren Raum der Oogonien umher, und ich hielt sie Anfangs, wie die in den Antheridien von Achlya lignicola sich bewegenden, für Samenkörperchen, jedoch lag auch hier eine Molekularbewegung vor; dieselben Körnchen fanden sich auch in etwas verletzten vegetativen Schläuchen mit gleichem Ansehen und gleicher Gestalt in derselben Bewegung; ihr Vorhandensein im freien Raume des Oogoniums liesse vermuthen, dass die Antheridienschläuche wirklich zum Behufe der Befruchtung an ihrer Spizė platzen und ihren Inhalt zwischen die Befruchtungskugeln entlassen; eine direkte Beobachtung dieses Vorgangs liegt aber nicht vor. Nach der Entleerung der Antheridien sind nun die Be-

fruchtungskugeln in Sporen umgewandelt, indem sie sich mit einer Membran umgeben haben.

Nach dem Vorhergehenden würde Folgendes für die Achlya polyandra charakteristisch sein: Farblose, ausserhalb des Wassers starre, einzellige Pilzfäden, auf todten, im Wasser schwimmenden Fliegen wachsend, stark verzweigt. Zoosporangien sehr lang, endständig, einzeln, nicht viel dicker als ihre Träger, Enden dieser Träger nicht zu neuen Zoosporangien auswachsend. Zoosporen vor der Mündung des Sporangiums sich häutend, bohnenförmig mit zwei Wimpern, die aus der Einbuchtung entspringen. Oogonien einzeln an dünnen Zweigen endständig, unregelmässig vertheilt, ihre Wand ohne Löcher; aus ihrem Stiele meist mehrere verzweigte Antheridienäste entspringend, die an der Spitze dieser Zweige gebildeten Antheridien bei der Befruchtung die Wand des Oogoniums mit einem Schlauche durchbohrend.

Wir haben hiernach 3 Achlya-Arten vor uns, welche dadurch besonders charakterisirt sind, dass die Membran ihrer Oogonien nicht mit zahlreichen Löchern versehen ist, wie dies bei den bis dahin bekannten Arten von Achlya und Saprolegnia der Fall ist[1]). Obgleich dieser Umstand sehr charakteristisch ist, so scheint er mir doch nicht dazu benutzt werden zu dürfen, um eine neue Gattung

1) Nur eines Falles erwähnt Pringsheim, Jahrb. II. p. 216, wo bei einer Achlya-Art, welcher er keinen Namen giebt, die Oogonienwand keine Löcher zeigte; da in diesen Oogonien sich zwar Befruchtungskugeln, aber keine Sporen ausbildeten, so stellt sie Pringsheim als abnorme Bildungen dar — nach dem oben bewiesenen wirklichen, normalen Vorkommen löcherloser Oogonien bei Achlya-Arten wäre es jedoch möglich, dass jene von Pringsheim besprochene Art ganz normale Oogonien gehabt habe, die durch irgend welchen anderen Umstand, als durch den Mangel der Löcher, nicht befruchtet wurden. Vielleicht waren jene die mit Oogonien versehene Achlya umschlingenden Antheridienpflanzen nicht aus den Androsporen derselben Achlya entstanden, sondern gehörten möglicherweise einer anderen Art an, und die Nichtbefruchtung der Oogonien hatte hierin ihren Grund. — Dass die Antheridien sich auch an die Stiele der Oogonien und an andere Theile der Achlya-Pflanzen mit ihrer Spitze anlegten, erregt den Argwohn, dass sie nicht für die Befruchtung dieser Oogonien bestimmt gewesen seien. — Auch bei Saprolegnia asterophora de Bary scheinen nach de Bary's Abbildungen, diese Jahrbücher II. Taf. XX. Fig. 26 u. 27, keine Löcher in den Oogonien zu sein; ebenso finden sich bei der Saprolegnieen-Gattung Aphanomyces löcherlose Oogonienwände, wie dies aus de Bary's Beschreibungen von Aphanomyces stellatus, diese Jahrb. II, p. 177, und phycophilus hervorgeht; bei Aphanomyces stellatus hat de Bary (l. c. p. 176) ausserdem auch gesehen, dass eine zarte Ausstülpung des Antheridiums die Membran des Oogoniums durchbohrt.



aufzustellen, vielmehr scheint es mir das Richtige, diese Arten mit der Gattung Achlya, zu welcher sie nach der Art der Zoosporenbildung gehören, vereinigt zu lassen — es ist möglich, dass bei längerem Nachforschen sich auch mehrere Saprolegnia-Arten finden werden, deren Oogonien keine Löcher haben.

Im Hinblick auf das Vorkommen von Löchern in der Oogonienwand und deren Abwesenheit bei den bis dahin bekannten Saprolegnieen möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass bei allen diöcischen Arten nur durchlöcherte Oogonien gefunden sind, was damit offenbar zusammenhängt, dass hier einzelne Samenkörper, welche schwierig eine Membran durchbohren könnten, in das Oogonium zur Befruchtung eintreten müssen — bei den monöcischen Saprolegnieen hingegen, wo die Antheridien sich unmittelbar den Oogonien anlegen, finden sich, wie wir so eben an den beschriebenen Achlya-Arten, auch bei Aphanomyces, gesehen, Arten, wo die Oogonienwand keine Löcher hat, sondern von den Antheridienschläuchen durchbohrt wird: es liegt bei diesem direkten Anliegen der Antheridien an der Oogonienwand und ihrer Fähigkeit diese Wand zu durchbrechen keine Nothwendigkeit vor, dass durch Löcher in dieser Wand die Befruchtung erleichtert werde. Zwischen diesen beiden Verhältnissen, nämlich der durchlöcherten Oogonienwand bei allen diöcischen Arten und der nicht durchlöcherten bei einigen monöcischen, stehen dann die Fälle in der Mitte, wo trotz des direkten Anliegens der Antheridien an der Oogonienwand diese doch, wie bei den diöcischen Arten, durchlöchert ist, ein Verhältniss, was bei dem Vermögen auch dieser Antheridien, Schläuche in das Oogonium zu treiben, überflüssig zu sein scheint. Auch diesen Fall (2) könnte man, wie so viele andere, im Anschluss an die Akkommodationstheorie als eine Uebergangsstufe betrachten von den diöcischen Arten (1) zu den monöcischen mit löcherloser Oogonienmembran (3): bei dem Fall 1 sind die Löcher nothwendig, bei 2 unnöthig, aber doch noch vorhanden, bei 3 unnöthig und auch nicht mehr vorhanden.

---

4. Leptomitus brachynema. (Taf. XVI. Fig. 13—23.)

Auf demselben, aus den Gewässern von Roisdorf stammenden Stengelstücke, welches die Rasen von Achlya racemosa und lignicola trug, fand ich bei genauerer Untersuchung einen Wasserpilz, welchen ich wegen seiner dem Leptomitus lacteus ähnlichen vegetativen Theile zu der Gattung Leptomitus stellen möchte, und wegen

seiner kurzen Fäden Leptomitus brachynema nennen. Die Entwickelung desselben konnte ich zwar nicht vollständig untersuchen, doch will ich meine wenigen Beobachtungen angeben, um damit auf ihn aufmerksam zu machen.

Die Rasen dieses Pilzes sind winzig klein und haben, mit dem unbewaffneten Auge betrachtet, das Ansehen eines Vorticellenhaufens. Dieselben bestehen aus nicht sehr langen, nur $\frac{2-3^{mm}}{500}$ dicken, nicht viel verzweigten, einzelligen Fäden; in Zwischenräumen, welche ihre Dicke mehrmals übertreffen, haben diese Fäden Einschnürungen, welche bei oberflächlicher Betrachtung glauben machen, dass sie aus aneinander gereihten Zellen bestehen, bei hinreichend starker und scharfer Vergrösserung erkennt man aber deutlich, dass an den Einschnürungsstellen keine Scheidewände vorhanden sind (Fig. 12). Soweit sind die vegetativen Theile des Pilzes sehr ähnlich denen des Leptomitus lacteus Ag., nur habe ich in den durch die Einschnürungen gebildeten Gliedern nicht den Kern finden können, welchen Pringsheim[1]) von Leptomitus lacteus beschreibt.

An den Fadenenden dieses Pilzes finden sich nun die Zoosporangien; dieselben haben zuerst die Form einer Kugel, deren Durchmesser den der Fäden um ein mehrfaches übertrifft (Fig. 17—22); diese Kugeln sind stark mit körnigem Protoplasma gefüllt, während in den Fäden des Pilzes nur wenige Körnchen im Protoplasma eingebettet liegen. Bei hinlänglicher Vergrösserung erkennt man, dass diese Kugeln von dem einzelligen Pilzfaden durch eine Querwand abgeschieden sind. Der Inhalt derselben bildet sich nun in ungefähr 6 Zoosporen um; wenn diese ausschwärmen wollen, so bekommt das kugelige Zoosporangium eine schief aufgesetzte Papille (Fig. 15, 16 etc.) und hierdurch die Form einer etwas schiefen, kurzhalsigen Flasche, sehr ähnlich den durch de Bary[2]) von Pythium proliferum beschriebenen Zoosporangien; die Papille öffnet sich an der Spitze und durch diese Oeffnung können nun die Zoosporen heraustreten. Den Akt des Hervortretens konnte ich leider nie beobachten; das Losreissen von ihrem Boden, und das Uebertragen auf den Objektträger, sowie das Bedecken mit einem Deckgläschen schien die kleinen Pflänzchen zu sehr zu stören. Einige Fälle, von denen die Fig. 15 einen darstellt, fand ich, wo das Hervortreten der Zoosporen gerade begonnen hatte, aber es nahm nicht seinen weiteren Verlauf, die im Halse des

1) Pringsheim, diese Jahrb. II. p. 280.

2) de Bary, diese Jahrb. II. p. 185 und Taf. XXI.



Zoosporangiums steckende Zoospore blieb darin unbeweglich liegen. Es schien, als ob die Zoosporen, ähnlich wie bei Achlya, vor ihrem Davonschwärmen sich häuten, denn in einzelnen Fällen fanden sich in den Zoosporangien ausser unausgeschwärmten Zoosporen einige lichte Blasen, aus denen wahrscheinlich Zoosporen hervorgegangen waren.

Die ersten an einem Zweige sich bildenden Zoosporangien sind meistentheils endständig und einzeln (Fig. 15 u. 16), seltner stehen sie zu zweien (Fig. 19 u. 20) oder zu dreien nebeneinander. Mit dem ersten endständigen Zoosporangium ist aber nicht die Entwickelung von Zoosporangien am Ende dieses Zweiges abgeschlossen, sondern es bildet sich aus dem unter dem ersten Zoosporangium befindlichen Fadenende ein neues, und manchmal unter diesem wieder ein neues durch Abschnürung (Fig. 13 u. 14), welche aber nicht wie bei Pythium proliferum in das alte entleerte hineinwachsen, so dass das Ende des Zweiges öfter aus zwei oder drei aufeinanderfolgenden Zoosporangien besteht, von denen die endständigen schon entleert sind, während das dem vegetativen Fadenende zunächst liegende noch seinen Inhalt hat (Fig. 14). Diese Entwickelung und Lage der Zoosporangien ist der ähnlich, wie sie bei Leptomitus lacteus vorkommt. Andere Fälle fanden sich, wo unter dem ersten endständigen Zoosporangium zwei seitliche sich entwickeln (Fig. 17), in noch anderen Fällen scheint unter dem endständigen Sporangium ein seitenständiger Zweig hervorzuspriessen, welcher an seinem Ende ein neues Sporangium trägt, unter welchem wiederum ein mit endständigem Sporangium versehener Zweig hervortritt, so dass eine Art von Sporangiumstand zu Wege kommt, wie ihn die Fig. 21 darstellt. Es ist noch zu bemerken, dass bei den vorliegenden Abbildungen einige der entleerten Zoosporangien ein kugeliges Ansehen haben und keine Papille wahrnehmen lassen, durch welche die Zoosporen entschlüpft sein könnten; dies kommt daher, dass die Papille auf der dem Beschauer abgewandten Seite liegt: auch unter dem Mikroskop ist diese Oeffnung, bei solcher Lage, wegen der äusserst zarten Membran der Papille nicht zu erkennen.

Wie gesagt, konnte ich das Ausschlüpfen von Zoosporen nicht beobachten, weiss also nichts über ihre Wimpern und ihre Form beim Schwärmen zu sagen; dass aber wirklich Zoosporen aus den abgebildeten flaschenförmigen Oogonien hervorgetreten sind, ist wohl kaum zu bezweifeln, besonders wenn man die gefüllten Behälter, die entleerten und diejenigen, wo eine oder die andere Kugel im Inneren

zurückgeblieben ist, mit einander vergleicht, namentlich aber, wenn man den in Fig. 15 abgebildeten Fall berücksichtigt[1]), anderentheils lässt auch die analoge Bildung dieser Organe mit den Zoosporangien von Leptomitus lacteus darauf schliessen, dass die aus ihnen hervortretenden Körper Zoosporen und nicht vielleicht Samenkörperchen sein mögen.

Ausser den Zoosporangien beobachtete ich an der vorliegenden Pflanze, in einem etwas späteren Stadium, kugelige Zellen, welche die Zoosporangien im Durchmesser etwas übertrafen und am Ende kurzer Seitenäste der Pilzfäden standen (Fig. 23); sie waren stark mit körnigen Stoffen angefüllt, eine weitere Entwickelung derselben konnte ich jedoch nicht auffinden; es liegt nahe in diesen Kugeln die Oogonien unserer Pflanze zu vermuthen.

Wir sehen, dass von dem vorliegenden Pilze zu wenig bekannt ist, um eine gute, vollständige Charakteristik desselben zu geben; so viel ist aber wohl gewiss, dass derselbe nach der dem Leptomitus lacteus ähnlichen Beschaffenheit seiner Fäden und nach dem Vorkommen der von mir als Zoosporangien bezeichneten Organe zu den Saprolegnieen zu rechnen ist. Weitere Untersuchungen dieses Pilzes mögen durch meine wenigen Beobachtungen angeregt sein; sie werden die Pflanze möglicherweise einer anderen schon bekannten oder einer neuen Gattung einreihen, weshalb ich den ihr jetzt beigelegten Namen nur für einen vorläufigen ansehe — doch möchte ich mein Bedenken äussern, ob diese Pilzform nach dem Vorgange von Pringsheim, der den Leptomitus lacteus zu Saprolegnia zieht, gleichfalls mit Saprolegnia zu vereinigen sei.

Ich habe diese Arten der Saprolegnieen nur kurz als neu beschreiben wollen, da ein näheres Eingehen auf manche Einzelheiten die Beobachtungen und Beschreibungen von Pringsheim und de Bary nur wiederholt und bestätigt haben würde. Nur dies möchte ich hervorheben, dass durch die Kenntniss der vorliegenden Arten einige neue Unterscheidungsmerkmale für die systematische Anordnung der Saprolegnieen sich darbieten, nämlich 1) ob die Oogonienwand an

1) Aus diesen Abbildungen geht auch hervor, dass die Zoosporenbildung des vorliegenden Pilzes mit der von Pythium proliferum, welcher sie in der Form der Zoosporangien ähnlich ist, nichts gemein hat, indem bei Pythium die Zoosporen sich erst bilden, nachdem der ganze Inhalt des Zoosporangiums vor dessen Oeffnung herausgetreten ist — in unserem Falle sondern sie sich offenbar schon innerhalb des Sporangiums von einander ab.

mehreren Stellen mit Löchern versehen ist oder nicht, und 2) ob die Oogonien an den Pflanzen eine bestimmte Anordnung haben, und welches diese Anordnung ist — der beschriebene traubige Oogonienstand bei Achlya racemosa ist jedenfalls äusserst charakteristisch.

Wollen wir nun hier anknüpfend zum Schlusse die Kennzeichen zusammenstellen, welche bei den bis jetzt bekannten Saprolegnieen zu ihrer Unterscheidung angegeben sind, und welche bei einer etwaigen systematischen Bearbeitung der ganzen Familie zu berücksichtigen sein werden, so sind es folgende:

1. Vegetative Theile:

ohne Strikturen: Achlya, Saprolegnia, Aphanomyces;
mit Strikturen: Leptomitus lacteus und brachynema;
ausser dem Wasser schlaff herunterhängend: Saprolegnia monoica, Achlya lignicola etc.;
ausser dem Wasser starr abstehend: Achlya racemosa und polyandra;
schwach verzweigt: Saprolegnia monoica etc.;
stark verzweigt: Achlya racemosa etc.;
von grösserer Dicke: Achlya racemosa uud polyandra;
von geringerer Dicke: Leptomitus lacteus und brachynema, Pythium.

2. Reproduktionsorgane:

a) die Zoosporangien:

Art und Stelle ihrer Entwickelung:

immer am Ende der Pilzfäden, die jüngeren die älteren entleerten durchwachsend: Saprolegnia, Pythium proliferum, Aphanomyces;
mehrere aufeinanderfolgende endständige in einer Reihe hintereinander, die unteren nicht die oberen durchwachsend: Leptomitus lacteus und brachynema;
immer endständig und einzeln, nicht von jüngeren durchwachsen: Pythium monospermum und entophytum;
theils endständig, theils seitenständig dicht unter den endständigen entspringend und diese nie durchwachsend: Achlya.

Ihre Form:

kugelig-flaschenförmig: Pythium proliferum, Leptomitus brachynema;
langgestreckt-keulig: Saprolegnia, Achlya;
sehr lang fadenförmig: Aphanomyces, Pythium monospermum.

Entwickelung der Zoosporen (zu Gattungsunterschieden angewandt):

innerhalb der Sporangien sich bildend, nach dem Austritt sich nicht

häutend, sondern sogleich davon schwimmend: Saprolegnia, Leptomitus lacteus;
innerhalb der Sporangien sich bildend, nach dem Austritt sich häutend und dann erst davon schwimmend: Achlya, Aphanomyces;
innerhalb der Sporangien sich bildend, vor ihrem Austritt sich häutend und so ein Zellnetz im Sporangium hinterlassend: Androsporen von Saprolegnia sp. quaed. Pringsh. Jahrb. II. 214;
ausserhalb der Sporangien sich bildend: Pythium.

Form der Zoosporen:

eiförmig mit 2 Wimpern an dem vorderen spitzeren Ende: Saprolegnia;
elliptisch-bohnenförmig mit 2 Wimpern an der Seite, von denen beim Schwimmen die eine nach vorne, die andere nach hinten gerichtet ist: Achlya monoica, racemosa etc., Pythium proliferum;
nur 1 Wimper?: Saprolegnia species: Pythium entophytum, Aphanomyces stellatus?[1]).

b) die geschlechtliche Fortpflanzung:

Vertheilung der Geschlechter:

Oogonien und Antheridien an einer und derselben Pflanze (monöcische Arten): Saprolegnia monoica, Achlya racemosa etc., Aphanomyces stellatus etc., Pythium monospermum;
Oogonien und Antheridien an verschiedenen Pflanzen, die Antheridienpflanzen nicht aus Androsporen entstanden (diöcische Arten): Saprolegnia dioica, Achlya dioica (unter diesen beiden Namen sind vielleicht mehrere Arten vereinigt).
Oogonien und Antheridien an verschiedenen Pflanzen, die Antheridienpflanzen aus Androsporen entstanden, und zwar die Androsporen von den Oogonien tragenden Pflanzen gebildet (gynandrosporische Arten):
die Männchen klein: Saprolegnia sp. Pringsheim, in Jahrb. II, 214 (?);
die Männchen gross: Achlya sp. Pringsheim, in Jahrb. II, 216 (?).
Ob es auch Arten giebt, wo die Androsporen nicht auf den oogonientragenden, sondern besonderen Pflanzen gebildet werden?

Die Oogonien:

einzeln und zerstreut: Achlya lignicola und polyandra, überhaupt alle

1) de Bary bildet (diese Jahrb. II. Taf. XIX. 8 a) einige einwimperige Zoosporen von Aphanomyces stellatus ab, im Text (p. 173) ist jedoch immer von 2 Wimpern die Rede.



bis dahin bekannten Arten mit Ausnahme von Achlya racemosa — auf charakteristische Verhältnisse in der Oogonienvertheilung dieser Arten ist noch zu achten;

traubig angeordnet: Achlya racemosa;

ihre Wand durchlöchert: Achlya monoica und dioica, Saprolegnia monoica und dioica, Pythium monospermum;

nicht durchlöchert: Achlya racemosa, lignicola, polyandra, Aphanomyces stellatus;

glatt: Saprolegnia, Achlya, Pythium in allen bis jetzt bekannten Arten: Aphanomyces stellatus, scaber, phycophilus;

stachlig ausgebuchtet: Aphanomyces stellatus, scaber, phycophilus:

nur eine Oospore in jedem Oogonium: Aphanomyces, Pythium monosperum;

oder zahlreiche: Achlya- und Saprolegnia-Arten,

Die Antheridien

an den Oogonienpflanzen auf Seitenästen:

die Antheridienäste stets vom Oogonienstiel entspringend: Achlya racemosa, lignicola etc.;

theils vom Oogonienstiel, theils von anderen Stellen des Pilzfadens: Saprolegnia monoica, Pythium monospermum;

nie vom Oogonienstiel entspringend: ?

stets einfach: Achlya lignicola, racemosa etc.,

stets verzweigt: Achlya polyandra, Saprolegnia monoica;

theils einfach, theils verzweigt?

mehr oder weniger bestimmte, grössere oder geringere Anzahl der Antheridienäste und an jedem Oogonium anliegende Antheridien, bei Achlya racemosa z. B. wenige;

? an den Oogonienpflanzen im Ende keulig angeschwollener Zweige als eiförmige Zellen, aus denen bewegliche Körperchen hervortreten? Saprolegnia sp. Pringsheim's. Jahrb. II. p. 219. Taf. XXIV;

an besonderen Pflanzen, die nicht aus Androsporen gebildet am Ende der Fäden in Reihen hintereinander:

in jeder Antheridienzelle zahlreiche Samenkörper in gleichmässiger Vertheilung: Saprolegnia dioica;

in jeder Antheridienzelle mehrere kleinere Zellen, von denen jede zahlreiche Samenkörper enthält: Achlya dioica;

an besonderen, aus Androsporen entstandenen Pflanzen:

diese klein, den Oogonien aufsitzend: Saprolegnia spec. Pringsh. Jahrb. II. 215. Taf. XXII. 8;

oder grösser, schlingpflanzenartig: Achlya spec. Pringsh. Jahrb. II. 216.??

Nach der vorstehenden Uebersicht wird sich jede der bis dahin bekannten Saprolegnieen bestimmen lassen; es werden sich aber ausserdem bei längerer Untersuchung dieser Familie gewiss noch zahlreiche Arten finden, welche einestheils die obigen Merkmale in verschiedener Weise in sich kombiniren, andererseits noch durch neue, bis dahin noch nicht bekannte Charakter ausgezeichnet sind. Bei einem Zusammenhange der Saprolegnieen mit Mucor dürften die Merkmale der erstern als die von dem ganzen Formenkreise wichtigsten als Charakter der Art in den Vordergrund zu stellen sein.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XV.

Achlya racemosa.

Fig. 1. Stark verzweigtes Exemplar mit Zoosporangien in verschiedenen Entwickelungszuständen.

Fig. 2. Ein Zoosporangium kurz vor seiner Reife.

Fig. 3. Zwei Zoosporangien, vor der Mündung des endständigen, cylindrischen liegen noch die Häute der schon davon geschwommenen Zoosporen; vor den beiden Mündungen der dreischenkeligen liegen die so eben ausgetretenen Zoosporen noch ungehäutet

Fig. 4. Zoosporen von verschiedenen Seiten gesehen und Keimung derselben

Fig. 5. Stück eines Polsters von Oogonienpflanzen.

Fig. 6. Ein Oogonien tragendes Zweigende.

Fig. 7. Oogonium mit begonnener Bildung der Antheridienäste.

Fig. 8 u. 9. Oogonien nach stattgehabter Befruchtung, die entleerten Antheridienschläuche, welche die löcherlose Oogonienwand durchbohrt haben, noch bemerkbar; die Sporen mit einer Membran umgeben.

Taf. XVI.

Fig. 1—6ª. Achlya lignicola.

Fig. 1. Ein endständiges Zoosporangium, aus welchem die Zoosporen hervorgetreten, von diesen haben sich schon die meisten gehäutet; unterhalb des Zoosporangiums ein Oogonium noch ohne beginnende Bildung der Antheridienäste.

Fig. 2. Ein endständiges Zoosporangium, ein Theil der Zoosporen hat sich innerhalb desselben gehäutet; an demselben Pilzfaden, ein Stück unterhalb, ein Oogonium mit zwei noch nicht ausgebildeten Antheridienästen.



Fig. 3. Ein Oogonium mit vier ausgebildeten Antheridienästen.

Fig. 4, 5, 6. Oogonien im Augenblicke der Befruchtung, bei Fig. 5 links beginnende Schlauchbildung eines Antheridiums, rechts hat der Antheridienschlauch die Befruchtungskugeln schon erreicht; in Fig. 4 ein verzweigter Antheridienschlauch.

Fig. 6a. Ein Oogonium mit so eben beginnenden Antheridienästen.

Fig. 7—11. Achlya polyandra.

Fig. 7. Ein Zoosporangium sich so eben entleerend, unter seiner Basis schon ein kleiner Seitenast entspringend.

Fig. 8 u. 9. Oogonien mit verzweigten Antheridienästen.

Fig. 10 u. 11. Oogonien mit Antheridienschläuchen; in Fig. 11 aus einem Antheridium zwei Schläuche hervortretend; Fig. 10 von der Seite, Fig. 11 von oben gesehen.

Fig. 12—23. Leptomitus brachynema.

Fig. 12. Stück eines vegetativen Fadens.

Fig. 13. Beginnende Bildung einer Reihe von Zoosporangien.

Fig. 14. Eine solche Reihe, von welcher die beiden äussersten Zoosporangien schon entleert sind.

Fig. 15 u. 16. Zoosporangien im Begriffe sich zu entleeren.

Fig. 17. Ein endständiges entleertes und zwei seitenständige nicht entleerte Zoosporangien.

Fig. 18. Drei entleerte und ein nicht entleertes Zoosporangium.

Fig. 19 u. 20. Zwei nebeneinander entspringende Sporangien, Fig. 20 entleert und Fig. 19 nicht entleert.

Fig. 21. Zwei entleerte, ursprünglich wahrscheinlich endständige Zoosporangien und ein endständiges noch nicht entleertes, s. oben S. 263.

Fig. 22. Ein nicht entleertes und zwei entleerte Zoosporangien.

Fig. 23. Ein kurzer Seitenast, ein muthmaassliches Oogonium tragend.

II. Ueber zwei neue Syzygites-Formen.

(Mit Taf. XVII.)

Die interessante Erscheinung der Sporenbildung durch Kopulation ist bei den Pilzen erst in so wenigen Fällen — nämlich nur als Syzygites megalocarpus Ehrb. (Mucor Syzygites de Bary) und Rhizopus nigricans Ehrb. (Mucor stolonifer de Bary)[1]) — aufgefunden worden, dass es geboten erscheint auf eine jede Beobachtung, welche die Zahl dieser Fälle vermehrt, aufmerksam zu machen. In dieser Rücksicht will ich denn im Folgenden zweier neuer Syzygites-Formen Erwähnung thun, welche sich im vergangenen Frühjahr in meinem Zimmer ausbildeten. Leider vermochte ich nicht ihre Entwickelung lückenlos zu studiren, indem ich jeden derselben nur einmal, und zwar in einem ziemlich vorgerückten Stadium beobachtete; ich werde daher nicht den ganzen Entwickelungskreis derselben mit Sicherheit darstellen können, sondern nur auf einige Punkte aufmerksam machen, um dadurch die Blicke derjenigen, welche sich mehr der Mykologie gewidmet haben, auf diese Erscheinungen zu richten. Besonders muss ich vorausschicken, dass die Umstände, unter denen ich die beiden Formen beobachtete, und welche ich genau angeben werde, einstweilen keine Beweiskraft dafür haben, dass die betreffenden Syzygites-Formen mit diesen oder jenen anderen Pilzformen, aus denen sie sich zu entwickeln schienen, wirklich in genetischer Beziehung stehen — dies muss erst durch weitere längere Beobachtungen und Experimente festgestellt werden, zu denen die meinigen aber nur den Anlass und die Grundlage geben sollen.

---

1) Kürzlich hat Tulasne in den Ann. d. Sc. nat. 1866, p. 212 noch einen Mucor var. M. fusiger mit Zygosporenbildung beschrieben, was mir zur Zeit, wo ich den obigen Aufsatz niederschrieb, noch nicht bekannt war. Dieser neue Beweis der Zusammengehörigkeit der Gattungen Syzygites und Mucor erheben es fast über allen Zweifel, dass auch die von mir beobachteten Syzygites-Formen mit der ihnen vorhergehenden Mucor-Vegetation in direkter Verbindung gestanden haben.

1. Syzygites ampelinus. (Taf. XVII. Fig. 1—7.)

Am 18. April 1866 fand ich bei Limperich in der Nähe von Bonn auf einem starken Weinstockstumpfe eine schleimige fleischfarbige Masse, einen Pilz, welcher zu der Gattung Fusisporium Link gehöret; er ist dem F. sanguineum Fries sehr ähnlich; ich werde ihn, ohne einen anderen Namen, den derselbe vielleicht schon hat, beseitigen zu wollen, im Folgenden mit Fusisporium Vitis bezeichnen. Dieser Pilz bestand aus einem stark verzweigten, mehrzelligen Fadengeflecht, aus welchem ein Rasen von Zweigen in die Höhe stand; diese Zweige bildeten sowohl an ihrem Ende als an ihren Seiten durch Sprossung und darauf folgende Abschnürung spindelförmige, schwach gebogene, also einigermaassen halbmondförmige Sporen. Diese hatten einen feinkörnigen durchscheinenden Inhalt und besassen bei der Reife 2—5 sehr zarte Querscheidewände, bestanden also aus 3—6 Zellen; ihre Dicke betrug in der Mitte der Spindel $\frac{2}{500}^{mm}$ — ungefähr eben so stark waren die vegetativen Pilzfäden; — der Länge nach maassen sie $\frac{25-30}{500}^{mm}$. Unter den vegetativen Pilzfäden fanden sich hin und wieder, im Allgemeinen höchst selten, Zweige, welche seitlich mit kleinen Auswüchsen aneinander lagen, welche Auswüchse sich in anderen Fällen zu einer kurzen Brücke zwischen den beiden Fäden ausgebildet hatten, ohne dass jedoch die Scheidewand zwischen beiden aufgelöst gewesen wäre. Ich halte diese Vereinigungen nicht für die Anfänge der später zu besprechenden Syzygitessporen; eine weitere Ausbildung konnte ich an ihnen nicht bemerken, sie stellten eine einfache Vereinigung der Pilzfäden untereinander dar, ohne irgend welche scheinbare Beziehung auf die Fortpflanzung.

Die so eben besprochenen spindelig-halbmondförmigen Sporen säete ich später, im Mai, als ich von demselben Pilz noch einen Theil auf seiner Unterlage bei Limperich angetrocknet fand, auf junge zerschnittene Weintriebe, wo ihre Keimung gut von Statten ging: die einzelnen Ahtheilungen der mehrzelligen Sporen fangen zuerst an kugelig aufzuschwellen, so dass die ganze Spore ein rosenkranzähnliches Ansehen hat, ihr Inhalt wird stärker körnig; hierauf verlängern sich beide oder auch nur eine Endzelle, und wachsen zu einem zarten dünnen Pilzfaden aus; bisweilen treibt auch die eine oder andere der mittleren Zellen einen seitlichen Schlauch, was je-

doch im Allgemeinen nur selten vorkommt. In einem Falle bemerkte ich auch zwei Sporen, welche keimend durch eine Querbrücke mit einander verbunden waren. Auf Kürbisfleisch ausgesäet, keimten die Sporen entweder direkt, oder sie lösten sich in ihre Glieder auf, welche sich zuerst etwas vergrösserten und dann keimten. Eine Weiterentwickelung über die ersten Zustände der Keimung hinaus, fand bei keiner der Aussaaten statt.

Wir kehren jetzt zu dem von Limperich im frischen Zustande mitgebrachten Exemplar unseres Pilzes zurück. Dasselbe wurde, ohne dass etwas von seiner Unterlage, dem Weinstock, an ihm war, in eine Muschel gelegt und mit dieser in ein Terrarium gesetzt, welches mit einem Glasdeckel geschlossen war, und in welchem auf den darin befindlichen Farnkräutern, Moosen etc. zur Zeit kein anderer Pilz vegetirte. Auf der so aufbewahrten fleischfarbigen, schleimigen Masse fand ich nun nach wenigen Tagen einen Mucor in schönster Fruktifikation, den ich im Folgenden Mucor Vitis nennen will. Die Sporangien desselben hatten eine gelbliche Fleischfarbe, waren also in dieser Beziehung dem Fusisporium Vitis ähnlich; sie waren zum grössten Theile endständig, seltener seitenständig, und hatten einen Durchmesser von $\frac{9-10^{\text{mm}}}{182}$; in ihnen befand sich eine stark ausgebildete Columella, und um diese herum die elliptischen oder kugeligen, nie eckigen Sporen von $\frac{2}{500}^{\text{mm}}$ Breite bei $\frac{3}{500}^{\text{mm}}$ Länge, oder $\frac{1\frac{1}{2}}{500}^{\text{mm}}$ Breite bei $\frac{2}{500}^{\text{mm}}$ Länge. Die seitenständigen Sporangien waren etwas kleiner als die endständigen und hatten, dem entsprechend, auch eine kleine Columella. Alle Sporangien waren nach ihrem Aufspringen am Grunde der Columella von einem Stück der äusseren Haut kragenartig umgeben. Von den zu Ende April eingetrockneten Sporen dieses Mucor wurde am 25. Mai eine Aussaat auf das Fleisch eines Türkenbundkürbis gemacht; hier vergrösserten sie sich bis zum nächsten Tage um ihr Mehrfaches, in der Mitte traten eine oder mehrere Vakuolen auf; nun bekam die Spore eine seitliche Papille, die dann zu einem Faden auswuchs, der sich bald verzweigte. Scheidewände traten in diesen jungen Schläuchen nicht auf; was zur Vermuthung ihres Vorhandenseins Anlass geben konnte, war eine starke Vakuolenbildung; die Protoplasmasubstanz zwischen zwei benachbarten Vakuolen hatte bisweilen das Ansehen einer wirklichen Scheidewand. Diese mit den Mucor-Sporen inficirten Stellen waren am 27. Mai aufgeschwollen, die Pilzfäden waren nun

stark verzweigt, und noch am Abend desselben Tages waren sie mit zahlreichen Mucor-Sporangien, die zum Theil schon reife Sporen enthielten, bedeckt; diese Sporangien waren hellbräunlich gefärbt, wichen also von denen der Mutterpflanze etwas ab, was von der neuen Unterlage herrühren mochte — dass sie wirklich von Mucor vitis abstammten, liess sich durch wiederholt von diesem gemachte Aussaaten feststellen.

Es sei nur hier noch eine kurze Abschweifung darüber erlaubt, was aus dem ausgesäeten Mucor Vitis weiter entstand: aus seinen auf Schwarzbrot gesäeten Sporen entwickelte sich ein bedeutend grösserer Mucor, dessen Sporangien zuerst hellbraun waren; hatten die sie tragenden Fäden noch keine besondere Länge, so waren dieselben mit kleinen Thautröpfchen besetzt, ähnlich wie bei Pilobolus cristallinus; später verlängerten sie sich schnell, hatten dann ein seidiges Ansehen und der ganze Rasen war schwach gekräuselt; die Sporangien waren nunmehr schwarz geworden. Aus diesen die Sporen, wieder auf Schwarzbrot gesäet, erzeugten wiederum denselben Mucor mehrere Generationen hindurch; endlich nach einiger Vegetationszeit traten an denselben Fäden, an deren Ende sich ein grosses Sporangium befand, mehrere seitliche Zweige mit bedeutend kleineren Sporangien auf; von diesen, welche zum Theil nicht die Grösse der Columella in den grossen Sporangien erreichten, liess sich bis zu diesen grossen eine ganze Uebergangsreihe auffinden. Auch bei dem ursprünglichen Mucor Vitis fanden sich am Boden eines Rasens an stark verzweigten Fäden Seitenzweige mit Sporangien, welche kleiner waren als die endständigen; ausserdem waren nach längerer Kultur auf Schwarzbrot viele Fäden gegliedert, aus langen Zellen bestehend, die fast gar keinen körnigen Inhalt führten, und aus bedeutend kürzeren, protoplasmareichen, zur Fortpflanzung dienenden Zellen. Diese Gliedersporen und die kugeligen seitlichen Mucor-Sporangien liessen sich bisweilen an einem und demselben Faden beobachten — der Polymorphismus ist hier erstaunlich gross.

Es liegt nun die Frage nahe, ob der Mucor Vitis mit dem Fusisporium Vitis wirklich in genetischem Zusammenhange stand, oder ob er vielleicht aus herbeigeflogenen Sporen, nur diesen als Unterlage benutzend, sich entwickelt habe. Mit Sicherheit kann ich über diesen Punkt nichts entscheiden, da ich keinen Zusammenhang zwischen den Fäden beider Pilze gesehen und da mir eine weitere Kultur des Fusisporium nach seiner Eintrocknung, welche an seinem

ursprünglichen Standort im Freien stattgefunden, nicht gelingen wollte. Die ähnliche Farbe der beiden Pilze und ihre Aufeinanderfolge in einem von der äusseren Luft ziemlich — ich sage ausdrücklich ziemlich — abgeschlossenen Raume, sowie die ähnliche Dicke ihrer Fäden spricht für ihren genetischen Zusammenhang; es wird die Aufgabe späterer Beobachtung sein, zu untersuchen, ob stets auf die Vegetation des Fusisporiums an derselben Stelle und auf ihm die zweite, die Mucor-Vegetation folgt — wenn dies nicht geschieht, so wird der vorliegende Fall dadurch zu erklären sein, dass auf das von mir kultivirte Fusisporium, bei seinem nicht völligen Abschluss, eine Mucorspore geflogen sei, und die Veranlassung zu der Vegetation des Mucor Vitis gegeben hat.

Nachdem der Mucor Vitis in der Muschel einige Tage vegetirt hatte, machte ich davon ein Präparat zum Aufbewahren, und liess das Uebrige eintrocknen; erst nach einigen Tagen untersuchte ich das sorglos und ohne Hülfe des Mikroskops angefertigte Präparat, welches in Wasser lag, genauer, und fand nun an dem Grunde des Mucor-Rasens ein Fadengeflecht, an welchem sich die schönsten Kopulationssporen befanden. Leider war nun das Material in der Muschel schon eingetrocknet, und ich fand in dieser zwar massenhaft Zygosporen, ohne jedoch, wie nach der Eintrocknung natürlich, über ihre Entstehung noch irgend etwas erkennen zu können; meine Beobachtungen über diese Syzygites-Form, welche ich nach dem Weinstocke, mit welchem ihre Bildung in Zusammenhang stand, Syzygites ampelinus nennen will, konnten also nur von dem einen Präparate genommen werden. Nach diesem Umstande könnte es vielleicht gerathener erscheinen, eine günstigere Gelegenheit, diesen Syzygites noch einmal zu beobachten, abzuwarten und dann über ihn zu sprechen — dies könnte aber vielleicht lange währen, und es sollen, wie schon gesagt, meine Notizen hauptsächlich dazu dienen, auf das Vorkommen des vorliegenden und des sogleich zu besprechenden Syzygites aufmerksam zu machen und dadurch Veranlassung zu weiterer Erforschung ihrer Entwickelungsgeschichte zu geben.

Die Kopulation des Syzygites ampelinus scheint nun in der Weise vor sich zu gehen, dass aus dessen Fäden, welche hier und da eine Scheidewand haben, Seitenzweige entspringen (Fig. 1), welche sich mit ihren Spitzen je zwei aneinanderlegen. In dem Ursprunge der beiden sich mit ihren Spitzen berührenden Zweige findet hier ein bemerkenswerther Unterschied von Syzygites megalocarpus in der Weise



statt, dass dieselben nie an einem und demselben Pilzfaden in gegenseitiger Nähe entspringen und zangenartig sich zu einander neigen; vielmehr gehören dieselben ausnahmslos verschiedenen Fadenzweigen an (Fig. 3 u. 4), wenigstens konnte ich durch das Fadengewirr hindurch keinen nahen Zusammenhang zwischen den Fäden, deren Seitenäste sie sind, auffinden. Die so aneinanderliegenden Zweigspitzen sind von ihrem Träger jeder durch eine Querscheidewand getrennt (Fig. 3 a); ob diese Scheidewand schon gebildet wird, ehe das Aneinanderlegen der Zweigspitzen beginnt, kann ich mit Sicherheit nicht sagen, der in Fig. 2 abgebildete Fall — der aber auch durch Auseinanderreissen zweier schon aneinander liegender Aeste hervorgebracht sein kann — spricht dafür; jedenfalls ist diese Scheidewand immer schon vor der Auflösung der Scheidewand, welche die beiden sich berührenden Spitzen trennt, vorhanden (Fig. 3 a). Die Träger der Kopulationszellen sind manchmal beide von dem Pilzfaden, aus welchem sie entspringen, durch eine Wand geschieden (Fig. 5), manchmal nur der eine von beiden (Fig. 4 c, 6), manchmal ist an keinem von beiden solche Scheidewand zu finden (Fig. 3 u. 4 d); diese Verschiedenheit entspricht ganz dem regellosen Vorkommen der Scheidewände in den übrigen Theilen der Fäden dieses Pilzes.

Die beiden einander an Gestalt, Grösse und Inhalt vollständig gleichen Kopulationszellen werden nun durch Auflösung der sie trennenden Scheidewand zu einer Zelle vereinigt (Fig. 4 b); die Zygospore ist hierdurch angelegt und beginnt nun zu wachsen. Anfangs ist sie noch in der Mitte eingeschnürt (Fig. 4 c), entsprechend der Stelle, wo die beiden Kopulationszellen mit einander verwachsen sind; schon während dieser Zeit erscheinen auf ihrer Aussenseite kleine Körnchen, ähnlich denen, wie sie auf der Kutikula mancher Haare und Pollenkörner sich bilden. Hierauf dehnt sie sich weiter aus (Fig. 6) und nimmt eine regelmässige, kugelige Gestalt an (Fig. 3 u. 4 d), die Körnchen auf ihrer Oberhaut wachsen zu kleinen stumpfen Höckern aus; endlich, nachdem sie die Grösse von $\frac{8-12^{mm}}{182}$, meist von $\frac{9^{mm}}{182}$ im Durchmesser erreicht hat, färbt sich die Spore bräunlich und wird zuletzt dunkelbraun, in ihrem Inneren entstehen ein oder mehrere Fetttröpfchen — sie ist reif. In diesem Zustande kann man die äussere, höckerige, gefärbte Sporenhaut von dem übrigen Theile der Spore abreiben, und man erkennt hierbei, dass die zweite Haut derselben nicht in die Höcker der ersten, wie solches bei Syzygites megalocarpus der Fall ist, hineinragt, vielmehr ist dieselbe ganz glatt

(Fig. 7) und die Höcker der Aussenhaut sind solide Körper, nicht Hohlkegel.

Zu bemerken ist noch, dass keiner der die Zygosporen haltenden Träger anschwillt, wie dies bei dem einen der beiden Träger bei Rhizopus nigricans geschieht, dass uns also hier offenbar eine andere Pflanze, auch abgesehen won der bedeutenderen Grösse des Rhizopus nigricans, vorliegt; noch viel weniger ist sie dem Syzygites megalocarpus ähnlich, von dem sie sowohl durch die nicht zangenartige Vereinigung der Kopulationsäste, als auch durch die bedeutend geringere Grösse ihrer Zygosporen abweicht; Azygosporen konnte ich nicht auffinden.

Es wäre nun das Interessanteste gewesen, die Zygosporen des Syzygites ampelinus keimen zu lassen, um zu sehen, was aus ihnen entstände; leider gelang mir dies nicht, indem ich die in der Muschel befindliche Sporenmasse sehr stark hatte austrocknen lassen, und besonders zu lange, nämlich bis zum folgenden Januar wartete, ehe ich dieselben zum Keimen zu bringen versuchte. Diese Keimung wird bei späteren Untersuchungen über den Zusammenhang dieses Syzygites mit dem zuerst besprochenen Fusisporium entscheiden. Die Fäden des Syzygites ampelinus waren durchaus denen des Fusisporium ähnlich, besonders auch in Beziehung auf das regellose Auftreten der Scheidewände. Es wäre denkbar, dass in meinem Zimmer sich aus dem Fusisporium Vitis der Syzygites ampelinus direkt entwickelt hat, und dass der besprochene Mucor Vitis der Vegetation beider Pilzformen fremd war; sicher ist die Sache jedoch nicht, und es wäre möglich, dass wirklich aus dem Fusisporium sich der Mucor und aus den Fäden dieses der Syzygites entwickelt hat — oder dass das Fusisporium nur die nährende Unterlage für den Mucor und den daraus sich bildenden Syzygites war, welcher letztere Fall dem Vorkommen der Sporodinia grandis auf Hutpilzen mit der darauf folgenden Vegetation von Syzygites megalocarpus analog sein würde. Bei späteren Untersuchungen wird also etwa auf Folgendes Acht zu haben sein: entwickelt sich immer auf dem Fusisporium Vitis der Mucor Vitis und auf diesem der Syzygites ampelinus — entwickelt sich das Fusisporium direkt aus den Zygosporen des Syzygites, oder entsteht aus diesen der Mucor Vitis — entwickelt sich immer der Syzygites auf dem Mucor, aber nicht der Mucor auf dem Fusisporium? — im Allgemeinen: stehen die drei besprochenen Pilzformen wirklich in irgend einer genetischen Beziehung zu einander?



2. Syzygites echinocarpus. (Taf. XVII. Fig. 8—20.)

Auf einem Kürbisstück, auf welchem der dort ausgesäete, vorher schon besprochene Mucor Vitis kräftig vegetirte, entwickelte sich zwischen den Mucor-Fäden ein Pilz, welcher Zweige von seiner Unterlage in die Höhe schickte, die an ihrer Spitze in Form eines Köpfchens einen Haufen von eiförmigen zweizelligen Sporen trugen, auch unterhalb dieses endständigen Sporenköpfchens, fand sich öfter ein Wirtel von solchen Sporen. Dieser Pilz (die Arthrobotrya oligospora Fresen.) blieb nicht bloss auf der Kürbisunterlage, sondern ging von dieser auf die sie tragende Muschel über, und entfernte sich soweit von dem Kürbisstück, dass von seinen Sporen eine neue Aussaat auf Schwarzbrot gemacht werden konnte. Hier keimten die Sporen, indem sich die an ihrem spitzen Ende belegene Zelle zu einem Pilzfaden ausbildete. Kurze Zeit nach dieser Aussaat fand sich auf dem Schwarzbrot ein Mucor ein, den ich aber nicht genauer untersuchte; als nun das Stück Schwarzbrot sehr nass gelegt wurde, bekam der auf ihm vegetirende Pilz ein schleimiges Ansehen, ähnlich dem oben besprochenen Fusisporium Vitis, und nach einigen Tagen war auf dieser schleimigen Fläche ein Syzygites zu sehen, mit schönen, stark stacheligen, seeigelartigen Zygosporen, den ich wegen dieser Syzygites echinocarpus nennen will. — Ich habe geglaubt, die Umstände, unter denen sich dieser Syzygites bei mir entwickelte, anführen zu müssen, ohne damit im geringsten zu sagen, dass ich einen Zusammenhang der aufeinanderfolgenden Pilzformen beweisen könnte oder wollte: die Vegetation der Pilze auf dem Schwarzbrot ging nicht in einem stets abgeschlossenen Raume vor sich, so dass also Pilzsporen hinzufliegen konnten, und besonders ist es auch möglich, dass sich solche in dem Wasser, mit welchem das Schwarzbrot angefeuchtet wurde, befanden.

Als ich den Syzygites echinocarpus entdeckte, fand ich die meisten seiner Zygosporen schon vollständig ausgebildet, es war aber auch eine geringere Anzahl noch in der Ausbildung begriffen, jedoch schon so weit vorgerückt, dass die sich kopulirenden Spitzen aneinander lagen; nur in sehr wenigen Fällen traf ich Zustände, welche vor der beginnenden Berührung der beiden Kopulationsspitzen zu liegen schienen[1]): es waren dies stark angeschwollene Zweigenden

1) Die Membran der noch nicht ausgebildeten Zygosporen war noch ganz farblos, so dass es nicht stehengebliebene Entwickelungszustände zu sein schienen, wie solche nach de Bary, Beiträge zur Morphologie der Pilze p. 81, bei Syzygites megalocarpus oft vorkommen.

(Fig. 8), oder kurze, dicke (scheinbare) Seitenäste eines dünnen Zweiges (Fig. 9), welche ihre dicke Spitze stark mit körnigen Stoffen angefüllt hatten, und an denen diese Spitze durch eine Scheidewand von dem inhaltärmeren Pilzfaden getrennt war. Ich kann jedoch nicht mit Sicherheit behaupten, ob diese Bildungen unabhängig von der Kopulation aufgetreten waren, oder ob es nicht Hälften von solchen Zuständen gewesen, bei denen die Kopulation durch Aneinanderliegen zweier Spitzen schon begonnen; es bleibt also auch hier, wie bei Syzygites ampelinus, unsicher, ob die sich kopulirenden Zellen schon vor ihrem Aneinanderlegen als Zellen von dem Pilzfaden abgeschieden werden, oder ob in dem Pilz erst nach dem Aneinanderlegen der Kopulationsäste die Spitze dieser durch eine Querscheidewand abgetrennt wird. Nach den Angaben von Schacht[1]) und de Bary[2]) ist dies letztere bei Syzygites megalocarpus der Fall, wo sich aneinander liegende, noch nicht von dem Pilzfaden durch eine Querwand abgeschiedene Kopulationsspitzen beobachten lassen, ebenso bei Rhizopus nigricans[3]); wie gesagt, ist es für unseren vorliegenden Fall zweifelhaft; jedenfalls tritt hier aber die Scheidewand durchaus bedeutend früher auf, als die Kopulationsspitzen ihre definitive Grösse erreicht haben (Fig. 10, 11, 12), während bei Syzygites megalocarpus nach den Abbildungen und Angaben von de Bary[4]) dieselbe erst in diesem letzten Zeitpunkt sich bildet.

Die sich kopulirenden Aeste hatten nun bei unserem Syzygites echinocarpus, dessen vegetative Theile ein verworrenes Filzgewebe darstellten, nicht aus kleinen Bäumchen bestanden, eine sehr verschiedene Lage und einen verschiedenen Ursprung: sie entspringen entweder erstens beide von einem Seitenaste des Pilzfadens, der sich bald nach seiner Abzweigung in zwei Aeste spaltet, welche eben die Kopulationsäste sind, und die sich zangenartig gegeneinander neigen (Fig. 19), ganz wie dies de Bary l. c. Taf. 5. Fig. 9 von Syzygites megalocarpus abbildet — oder zweitens: die beiden Kopulationsäste entspringen jeder direkt aus dem Pilzfaden in gegenseitiger Nähe, zangenartig sich zu einander neigend (Fig. 20) — oder sie entspringen drittens von verschiedenen Fäden des Geflechtes, de-

1) Schacht, über den Dimorphismus der Pilze in Abhandl. des naturhist. Ver. f. Rheinl. und Westph. 1864, Sitzungsb. p. 45.

2) de Bary, Beiträge zur Morphol. und Physiol. d. Pilze, Separatabdr. aus den Abhandl. der Senkenb. Ges. 1864, p. 77.

3) de Bary, Morphologie der Pilze, Flechten etc. p. 160.

4) de Bary l. c. p. 78 und Taf. 5. Fig. 9.



ren Zusammenhang in dem Gewirre sich nicht auffinden lässt (Fig. 15). Der erste und letzte Fall ist der seltnere, am häufigsten ist der zweite, so dass also bei den meisten seiner Kopulationen dieser Syzygites sowohl von dem vorhergehenden S. ampelinus, als von dem Rhizopus nigricans abweicht, bei denen die beiden Kopulationsäste an getrennten Fäden oder doch mehr oder weniger von einander entfernten Stellen eines und desselben Fadens entspringen; auch bei Syzygites megalocarpus scheint nach den Abbildungen von de Bary die Kopulation hauptsächlich zwischen Aesten statt zu finden, die nicht an einem und demselben Faden benachbart entspringen.

Noch auf einen Punkt ist hier aufmerksam zu machen: es treiben nämlich die — später etwas anschwellenden — Träger der Kopulationszellen öfter dünne, den anderen Fäden des Pilzes gleiche Seitenzweige, die sich oft schnell bedeutend verlängern; hierdurch gewinnen bei einigen Zygosporen die beiden Träger derselben ein von einander verschiedenes Ansehen (Fig. 16, 18, 11, 12), der eine scheint direkt in seiner Dicke aus einem Pilzfaden zu entspringen, während der andere auf einem längeren dünnen Stiel sitzt; jener erste stiellose hat aber dadurch sein ursprüngliches gestieltes Ansehen verloren, dass aus ihm ein neuer Schlauch hervorgesprosst ist, welcher in der Richtung des Stieles fortgewachsen; in einzelnen Fällen (Fig. 18) kann man das Ende dieses Zweiges noch deutlich sehen, in anderen hat derselbe sich so verlängert und zwischen die übrigen Fäden verschlungen, dass es wirklich aussieht, als ob er nicht ein Zweig des Trägers sei, sondern als ob der Träger ein Zweig von ihm sei (Fig. 16). Es sind Fälle denkbar, wo beide Träger diese Zweige getrieben haben und so dem Anscheine nach beide keinen dünnen Stiel besitzen, dergleichen Kopulationen habe ich aber nicht auffinden können. — Ausser den Scheidewänden, welche die Kopulationszellen abgrenzen, sind an dem ganzen Pilze keine anderen zu bemerken.

Kehren wir nun zu dem Kopulationsvorgange zurück. Wenn die Kopulationsäste sich aneinander gelegt und ihre Spitzen — ob vor oder nach dem Aneinanderlegen? — sich von den Trägern durch eine Querwand abgeschieden haben, und zwar als zwei untereinander gleichgrosse, nicht wie bei Rhizopus nigricans verschieden gestaltete und grosse Zellen, so füllen sich sowohl diese Spitzen noch stärker mit körnigen Stoffen, als auch die dick angeschwollenen Träger. In diesem Zustande — also wo die sich kopulirenden Zellen noch lange nicht ihre endliche Grösse erreicht haben, wo sie aber

schon von ihren Trägern durch eine Wand abgeschieden sind — wird nun die dieselben trennende Scheidewand aufgelöst und ihr Inhalt steht in offener Kommunikation. Schon vorher ist ein Austausch des Inhalts durch die scheidende Membran möglich gewesen, und in Rücksicht hierauf finden die bei Syzygites megalocarpus beobachteten Azygosporen meiner Meinung nach eine leichte Erklärung. Dieselben befinden sich, wie bekannt, an den Enden einzelner Zweige des Pilzes, ohne mit einem anderen Zweige in Verbindung zu stehen, sie sind offenbar nicht das Produkt einer vollständigen, gänzlichen Vereinigung zweier Kopulationszellen, sondern haben zur Grundlage nur eine derselben; ich vermuthe nun, dass alle solche Azygosporen zu einer bestimmten Zeit ihrer Bildung zu zweien aneinander gelegen haben; anstatt dass sie nun aber bei diesem Aneinanderliegen vollständig mit einander verschmolzen, hat nur ein theilweiser Austausch ihres Inhalts, eine Art von Befruchtung, stattgefunden; in Folge dieses Austausches hat nun eine jede die Fähigkeit erhalten, im weiteren von der anderen unabhängig zu wachsen und sich in eine Spore umzubilden. Für diese Erklärung spricht sehr das weitere Verhalten bei der normalen Zygosporenbildung, bei welcher man deutlich erkennt, dass die Kopulationsspore nicht das einfache direkte Produkt der Vereinigung zweier Zellen ist, sondern dass erst durch die Vereinigung dieser beiden Zellen der Anstoss zu ihrer Entwickelung gegeben ist — sollte also bei den Azygosporen nicht der Austausch zwischen zwei aneinander liegenden Kopulationszellen durch die sie trennenden Membranen hindurch genügen, um, wenn die beiden Zellen wieder von einander getrennt werden, jeder die Fähigkeit zu geben, sich selbstständig zu einer Spore zu entwickeln? Weitere Untersuchungen werden vielleicht diese meine Ansicht als richtig erweisen, an dem vorliegenden Syzygites echinocarpus konnte ich nichts Weiteres für sie entscheiden, indem sich hier keine Azygosporen fanden. Auch die Abbildungen der Azygosporen von Syzygites megalocarpus, wie sie de Bary l. c. Taf. 5. Fig. 11 giebt, wo zwei derselben sich nahe gegenüber liegen, macht durchaus den Eindruck, als ob dieselben sich früher einmal berührt hätten; Schacht[1]) scheint diesen Vorgang thatsächlich beobachtet zu haben, indem er sagt: „Das Verschmelzen der beiden Zellen miteinander, welches erst später eintritt, ist zur Bildung der Spore nicht nothwendig; es trennen sich vielmehr die längere Zeit kopulirt ge-

1) Schacht l. c. p. 46.

wesenen Auswüchse wieder von einander, in welchem Falle jeder Auswuchs seine eigene, nur kleinere, übrigens normale und keimfähige Spore ausbildet." Genauere Angaben über diesen Punkt giebt jedoch Schacht nicht.

Wenn nun, wie schon angeführt, zwischen den beiden Kopulationszellen die sie trennende Scheidewand aufgelöst ist, so beginnt die Ausbildung der Zygospore: die Träger derselben füllen sich stark mit körnigen Stoffen (Fig. 12 u. 13), welche dann aus diesen Trägern, die beide gleichmässig angeschwollen sind, weiter in die Zygospore hineingeschafft werden, die dadurch mehr und mehr sich ausdehnt und mit Stoffen füllt. Diese Zufuhr durch die Träger dauert nicht nur so lange, bis die Zygospore ihre endliche Grösse erreicht hat, sondern noch über diese Zeit hinaus (Fig. 15, 17, 18), und dient dazu, ihren Inhalt mit Bildungsstoffen zu füllen; erst wenn dies hinlänglich geschehen und als Anzeichen der Reife der Spore ihre Membran sich braun färbt, hört diese Zufuhr auf (Fig. 16, 19, 20) und die Träger der Zygospore haben nun nicht stärker körnigen Inhalt als die übrigen Theile des Pilzes.

Diese Vorgänge bei der Ausbildung der Zygospore machen es offenbar, dass wir es hier, wie ich so eben schon angedeutet habe, nicht mit einer einfachen Vereinigung des Inhalts zweier Zellen zur direkten Erzeugung einer Fortpflanzungszelle zu thun haben, wie dies bei den sich kopulirenden Algen, z. B. den Zygnemaceen, der Fall ist; bei diesen fliesst einfach der Inhalt zweier gleich grossen und gleichwerthigen Zellen zusammen, umgiebt sich mit einer Membran und die Spore ist bis auf einige Umänderungen in ihrem Inhalt fertig — hier hingegen, und nicht nur hier, sondern wohl bei allen bis dahin besprochenen Pilzzygosporen, wird erst durch die Vereinigung zweier gleichwerthiger Zellen der Anstoss zur Entwickelung einer Spore gegeben. Durch die Vermischung des Inhalts dieser beiden Zellen — sie sei vollständig und stetig, wie bei normalen Zygosporen, oder nur theilweise und zeitweilig, wie bei den Azygosporen — erhält dieser Inhalt die Fähigheit, neue Stoffe aus dem Mycelium heranzuziehen; dieses Heranziehen erkennen wir deutlich an der Füllung der Träger mit körnigen Stoffen. Erst durch diese Zufuhr wird dann die Spore in ihrer Grösse und ihrem Inhalt ausgebildet.

Wir haben hier also einen Vorgang, welcher der Befruchtung der Phanerogamen sehr nahe steht und die Mittelstufe bildet zwischen dieser und der Kopulation der Zygnemaceen etc.: bei letzteren

fliesst der Inhalt zweier gleicher und gleichwerthiger Zellen zur unmittelbaren Bildung einer Spore zusammen, bei der Befruchtung der Phanerogamen hingegen vereinigt sich der Inhalt zweier ungleicher und ungleichwerthiger Zellen und giebt die Veranlassung zu der Entwickelung des Embryo's und des Samens; in der Mitte steht dann die Zygosporenbildung der Syzygites-Formen, wo die Vereinigung des Inhalts zweier gleichwerthiger Zellen — wie bei der Kopulation der Zygnemaceen — Anlass giebt zu der Entwickelung und Ausbildung einer Spore, eines Samens — wie bei der Befruchtung der Phanerogamen.

Schon ehe die Spore unseres Syzygites echinocarpus ihre endliche Grösse erreicht hat, fängt sie an sich mit Warzen zu bedecken (Fig. 12 u. 13), diese bilden sich immer mehr und mehr aus, bis sie zu ziemlich spitzen Kegeln heranwachsen und der reifen Spore ein stacheliges Ansehen geben; natürlich befinden sie sich nicht auf den Seiten derselben, welche den Trägern direkt anliegen. Die ausgebildeten Sporen haben einen Durchmesser von $\frac{8-12^{mm}}{182}$, meist von $\frac{10^{mm}}{182}$, oberflächlich betrachtet erscheinen sie genau kugelig, was sie aber nicht sind, indem sie an den beiden, den Trägern zugewandten Seiten noch einen kurzen cylindrischen Fortsatz haben. Diese Abweichung von der Kugelform erkennt man auch besonders dann deutlich, wenn man die braune, stachelige Aussenhaut von der Spore abreibt (Fig. 14); man sieht nach diesem Abreiben ausserdem, dass die zweite Sporenhaut ganz glatt ist und nicht mit Höckern versehen, wie bei Syzygites megalocarpus, wo diese Höcker die dort hohlen Höcker der Aussenhaut ausfüllen. Wenn die Sporen ganz reif sind, so haben sie sich dunkelbraun gefärbt; diese dunkelbraune, der Aussenhaut angehörige Färbung erstreckt sich nicht nur auf den kugeligen Theil der Spore, sondern auch auf die beiden seitlichen Fortsätze (Fig. 16, 19, 20), und, wie es mir den Anschein hat, sogar ein Stückchen auf die Membran des Trägers — doch will ich dies letztere nicht mit Bestimmtheit behaupten, da hier eine optische Täuschung möglich ist.

Die im Mai gereiften Sporen dieses Syzygites wurden zum Theil auf einem Stückchen Papier verwahrt; bei der Wiederbeobachtung im Januar des folgenden Jahres hatte jede im Inneren einen grossen Oeltropfen, eine Keimung derselben konnte aber nicht mehr herbeigeführt werden, vielleicht waren sie zu lange ausgetrocknet gewesen.

Dass die so eben beschriebene Syzygites-Form mit den bis dahin schon bekannten nicht zu verwechseln ist, werde ich nicht nöthig haben näher darzulegen, namentlich macht sie, wie Syzygites ampelinus, die geringe Grösse der Zygosporen und ausserdem die stark stachelige Oberhaut kenntlich; die Lücken, welche sich in der Kenntniss ihrer Entwickelung finden, mögen demjenigen, welcher dieselbe wieder beobachten sollte, zur Ausfüllung anempfohlen sein.

Zum Schlusse will ich noch einmal darauf aufmerksam machen, dass ich nicht im entferntesten beweisen kann, dass ein genetischer Zusammenhang zwischen den von mir so eben beschriebenen Syzygites-Formen und den Pilzformen stattfindet, welche ihnen bei meinen Kulturen vorausgingen; ich wollte nur auf die begleitenden Umstände, unter denen ich die beiden Formen beobachtete, aufmerksam machen, wie ich überhaupt die wenig abgeschlossenen und umfangreichen Untersuchungen über die beiden Syzygites-Formen selbst nur deshalb besprochen habe, um einen kleinen Beitrag zu diesem erst wenig beobachteten Fruchtbildungsprozess zu geben, und auf das Vorkommen desselben auch in geringeren Grössen, als die von Syzygites megalocarpus und Rhizopus nigricans, die Blicke der Beobachter zu lenken.

Man kann mit Recht vermuthen, dass sich beim natürlichen Laufe der Dinge aus den beiden vorliegenden Zygosporen-Formen Pilze mit ganz anderer Fruktifikation, vielleicht die bei meinen Kulturen vorhergehenden Mucor-Arten entwickeln werden, da nach den Beobachtungen von Schacht und de Bary aus den Sporen von Syzygites megalocarpus Pflanzen der Sporodinia grandis entstanden, welche Sporodinia grandis wiederum auf der anderen Seite der Zygosporenbildung vorausgegangen war. Die Sporenbildung der Sporodinia grandis ist der von Mucor sehr ähnlich, was für meine Vermuthung spricht, dass die bei meinen Kulturen, den beiden Syzygites-Formen vorausgehende Mucor-Vegetation zu jenen in genetischer Beziehung stehen möge.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XVII.

(Sämmtliche Figuren sind 280fach vergrössert.)

Fig. 1—7. Syzygites ampelinus.

Fig. 1. Ein Pilzfaden mit einem beginnenden Kopulationsast.

Fig. 2. Die Spitze eines solchen Kopulationsastes durch eine Zellwand abgetheilt — es bleibt fraglich, ob diese Spitze schon vorher einer anderen Kopulationsspitze angelegt gewesen.

Fig. 3. Stück des Fadengeflechtes mit verschiedenen Entwickelungsstufen der Zygosporen, bei a ist die Scheidewand der Kopulationsspitzen noch nicht durchbrochen, bei b ist dies der Fall, die Zygosporenhaut ist schon körnig, d reife Zygospore.

Fig. 4. Fadengeflecht, gleichfalls mit verschiedenen Entwickelungsstufen der Zygosporen; b liegt zwischen a und b der Fig. 3.

Fig. 5. Eine junge Zygospore, deren beide Träger durch eine Querwand von dem Pilzfaden geschieden, in den vorhergehenden Figuren ist dies Verhältniss verschieden.

Fig. 6. Eine noch nicht ausgebildete Zygospore auf einer Stufe der Entwickelung, welche zwischen c und d der Fig. 4 liegt.

Fig. 7. Eine reife Spore, nachdem die Aussenhaut entfernt; im Inneren ein Oeltropfen.

Der Inhalt in den meisten Zellen dieser Abbildungen ist fortgelassen, indem dieselben nach Präparaten gemacht, die schon länger aufbewahrt waren und keine sichere Entscheidung über diesen Punkt zuliessen.

Fig. 8—20. Syzygites echinocarpus.

Fig. 8 u. 9. Kopulationszweige, deren Spitze schon durch eine Zellwand abgeschieden; ob sie in diesem Zustande noch nicht mit anderen Kopulationsspitzen in Verbindung gewesen, ist zweifelhaft.

Fig. 10. Zwei junge aneinanderliegende Kopulationsäste.

Fig. 11. Desgleichen, die mittlere Scheidewand ist hier aufgelöst.

Fig. 12 u. 13. Weitere Entwickelungszustände; die Zygospore beginnt stachelig zu werden, die Träger sind dicht mit körnigen Stoffen gefüllt.

Fig. 14. Eine reife Zygospore, nachdem die Aussenhaut entfernt.

Fig. 15, 17, 18. Zygosporen von endlicher Grösse, aber noch nicht reif; ihre Träger noch mit körnigen Stoffen erfüllt; der Ursprung der Kopulationsfäden in Fig. 15 u. 17 verschieden; in Fig 18 der Träger eines Kopulationszweiges Nebenzweige treibend.

Fig. 16, 19, 20. Reife Zygosporen, der körnige Inhalt aus den Trägern ist nun fast ganz verschwunden, die Kopulationszweige in den drei Figuren verschiedenen Ursprungs; vergl. oben S. 279. Die Stacheln auf den Zygosporen sind in den Abbildungen etwas zu dicht gerathen.

Bonn, Ende Februar 1867.

Ueber das Auftreten der Krystalle von oxalsaurem Kalk im Parenchym einiger Monocotylen.

Von

Gustav Hilgers.

Das Vorkommen von Krystallen in Zellen von Pflanzen aller Klassen ist bekannt. Ueber ihre äussere Gestalt und innere chemische Beschaffenheit, ebenso über ihre morphologischen und physiologischen Verhältnisse schwebte lange Zeit Dunkel; und wenn auch ihre chemische Natur für die meisten Krystallformen mit Sicherheit nachgewiesen ist, so wissen wir doch noch zur Zeit wenig zu sagen über den Zweck derselben und die Ursache ihrer Entstehung.

Das Allgemeine über diese Verhältnisse ist in den umfassenden Lehrbüchern von Meyen, Unger und Anderen zusammengestellt. Neuerdings haben Hanstein[1]), ferner Sanio[2]) und Trenkmann[3]) Beobachtungen über diesen Gegenstand veröffentlicht.

Um zur Aufklärung hierüber etwas beitragen zu können, habe ich durch Versuche, die ich an Polygonatum anceps, Polygonatum stellatum, Iris Pseudacorus und Iris pallida anstellte, Resultate zu gewinnen gesucht, die ich mich beehre hiermit mitzutheilen.

In den angeführten von mir untersuchten Pflanzen liegen die Krystalle in den einzelnen Pflanzentheilen vollständig zerstreut, ohne eine bestimmte Ordnung in der Lagerung zu verrathen; ohne also

---

1) Monatsbericht der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 17. November 1859.

2) Ebendaselbst, April 1857.

3) „De crystallis Calcis oxalici in plantis".

besondere Krystallgruppen, noch aber auch Längsreihen derselben darzustellen. Bei den beiden Iris-Arten enthalten ihre Zellen ausser denselben keine andern organischen Stoffe mehr, sind dagegen bei Convallaria mit einem dicken und zähen Schleime vollständig ausgefüllt, dessen Geschmack schleimig und nicht süss ist.

Um die chemische Natur dieses Schleimes zu ermitteln, habe ich folgende Versuche mit demselben angestellt:

1) Schnitte, in denen sich Raphidenbündel zeigten, behandelte ich mit einer Auflösung von Jod in Jodkalium; der Schleim ballte sich dadurch zu einer granulösen weinrothen Masse zusammen.

2) Schnitte, in denen sich Raphidenbündel zeigten, behandelte ich mit Chlorzinkjod; hierdurch wurden die Zellwände deutlich dunkel-violett, der schleimige Inhalt der Krystallzellen aber nahm eine helle gelbe Farbe an, während derselbe bei den andern Zellen deutlich violett wurde.

3) Schnitte auf die beide eben angegebene Weisen behandelt, wenn sie vorher einen Augenblick mit Kalilauge gekocht waren, gaben ganz dieselben Reactionen.

4) Ich digerirte einige Krystalle zeigende Schnitte längere Zeit mit verdünnter Schwefelsäure, wodurch die Krystalle verschwanden. Setzte ich hierauf zu einem solchen Schnitte Jodlösung, zu einem andern Chlorzinkjod zu, so nahm der Schleim im erstern Fall ebenfalls eine tief weinrothe Farbe, im zweiten die hellgelbe an.

5) Nachdem ein anderer Schnitt etwa eine Viertelstunde lang in einer schwefelsauren Kupferoxydlösung getränkt war, tauchte ich ihn einen Augenblick in heisse Kalilauge. Während hierdurch die ganze Masse durch ausgeschiedenes Kupferoxyd braun gefärbt wurde, zeigte der Inhalt der Krystallzellen eine schöne hellblaue Färbung.

6) Schnitte längere Zeit mit Zuckerlösung behandelt, darauf mit concentrirter Schwefelsäure liessen an dem schleimigen Inhalte der Krystallzelle keine Veränderung wahrnehmen.

Dieses Verhalten des Schleimes in den Krystallzellen gegen die einzelnen Reagenzien lässt schliessen, dass derselbe weder Stärke, noch Dextrin, noch Traubenzucker, noch Rohrzucker enthält, noch aber eine dem Eiweiss verwandte Substanz ist. Stärke wird sowohl durch Jod als auch durch Chlorzinkjod blau gefärbt; Dextrin und Traubenzucker mit schwefelsaurem Kupferoxyd getränkt und mit erwärmter Kalilauge behandelt, reduciren das schwefelsaure Kupferoxyd zu braunem Kupferoxydul, Rohrzucker wird in diesem Falle

dunkelblau gefärbt. Eiweiss wird durch Jod gelb gefärbt, mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure behandelt rosenroth.

Der die Krystalle umgebende Schleim, der also aus keinem der angegebenen Kohlenhydrate, noch aus einer stickstoffhaltigen Substanz besteht, scheint vielmehr ein dem Arabin verwandtes Kohlenhydrat zu sein, also eine jener Substanzen, die Wiegand zu den Auflösungsproducten des Zellstoffs rechnet, ein Entbildungsprodukt.

Directe Versuche, welche ich mit einer Lösung von Gummi arabicum anstellte, stehen in ihren Resultaten mit den obigen in vollkommenem Einklang. Mit Jodlösung in Jodkalium versetzt dieselbe weinrothe Farbe, mit Chlorzinkjod die hellgelbe; verdünnte Schwefelsäure äusserte keine Einwirkung und deshalb nach dem Behandeln mit ihr dieselben Reactionen mit Jod und Chlorzinkjod; mit Kupfervitriollösung erwärmt und mit Kali versetzt, wurde es mit schön hellblauer Farbe gefällt.

Directe Versuche mit Bassorinlösung zeigten diese Erscheinung nicht, was namentlich für die letzte sehr charakteristische gilt.

Die nun folgende Reihe von Beobachtungen wurde angestellt, um über die Entstehung und Entwickelungsweise der Krystalle, sowie über die Verhältnisse und Zeitumstände, unter denen diese stattfinden, Aufklärung zu erhalten.

Polygonatum anceps

diente mir zunächst zur Untersuchung. Die Krystalle sind Raphidenbündel, die mitten in einer grossen Zelle liegend von einem dicken, zähen, die ganze Zelle ausfüllenden Schleime umgeben sind.

Folgende Tabellen zeigen die Menge von Krystallzellen, die auf den Durchschnitten der einzelnen Blattanlagen verschiedener Knospen sichtbar waren, wenn von diesen genau durch die Mitte gehende, den Vegetationspunkt und sämmtliche Blätter treffende Schnitte genommen wurden. Als erstes Blatt ist hierbei immer die innerste und jüngste Blattanlage verstanden:

	I. Blatt	II. Bl.	III. Bl.	IV. Bl.	V. Bl.	VI. Bl.
	Anzahl der Krystalle					
I. Knospe	0	0	0	15	„	„
II. „	0	0	0	1	4	21
III. „	0	14	78	∞	∞	„
IV. „	0	0	0	11	„	„
V. „	0	11	69	∞	„	„

	I. Blatt	II. Bl.	III. Bl.	IV. Bl.	V. Bl.	VI. Bl.
	Anzahl der Krystalle					
VI. Knospe	0	23	66	∞	"	"
VII. "	0	16	81	"	"	"
VIII. "	0	0	63	∞	"	"
IX. "	0	0	25	35	80	"
X. "	0	0	0	6	20	44

In den innersten Blattanlagen sieht man die Krystalle nur gegen die Spitze derselben; in den späteren reichen dieselben immer tiefer hinab und in den äussersten durchziehen sie schon die ganze Masse.

Es geht aus den Daten hervor, dass in den allerjüngsten Pflanzengebilden noch keine Krystalle vorhanden sind, dass sie vielmehr erst bei der zunehmenden Entwickelung derselben auftreten und sich im Verhältniss mit deren Fortschreiten vermehren; der Vegetationspunkt zeigt deren nie.

Um über die relative Grösse und das Wachsthum der Krystalle in den verschiedenen Pflanzentheilen urtheilen zu können, sind nunmehr zahlreiche Messungen einzelner Krystallbündel und ihrer Zellen vorgenommen und hieraus Durchschnittszahlen gewonnen worden, welche der Vergleichung dienen. Die Zahlen zeigen das absolute Maass derselben in Micromillimetern ausgedrückt. Die Längen derselben wurden mittelst eines Ocularmicrometers bemessen und nach Vergleichung dieses Maasses mit einem Objectivmicrometer, das einen in hundert Theile getheilten Millimeter zeigte, ihre wirkliche Grösse bestimmt und auf Tausendstel Millimeter berechnet, wobei aber die sich noch ergebenden Bruchtheile als zu unwesentlich übergangen wurden.

Erstes Blatt heisst hierbei das erste Blatt, in dem überhaupt Krystalle vorkommen.

I. Knospe.

	1. Bl.	2. Bl.	3. Bl.	4. Bl.	5. Bl.	Stammtheil
Mittelwerth aus Messungen . . .	4	10	10	10	10	10
Länge der Krystallzellen mmm .	50	82	90	77	145	98
Länge der Raphidenbündel mmm	32	50	50	47	37	36

II. Knospe.

	1. Bl.	2. Bl.	3. Bl.	4. Bl.	5. Bl.	6. Bl.	Stammtheil
Mittelwerth aus Messungen . . .	6	10	4	10	2	„	10
Länge der Krystallzellen mmm .	44	67	58	94	179	„	149
Länge der Raphidenbündel mmm	30	33	30	40	58	„	48

III. Knospe.

	1. Bl.	2. Bl.	3. Bl.	4. Bl.	5. Bl.	6. Bl.	Stammtheil
Mittelwerth aus Messungen . . .	5	2	10	10	10	10	10
Länge der Krystallzellen mmm .	55	58	88	137	147	138	166
Länge der Raphidenbündel mmm	34	28	48	61	56	48	59

Für diese drei Knospen ergeben sich folgende Durchschnittszahlen:

	1. Bl.	2. Bl.	3. Bl.	4. Bl.	5. Bl.	6. Bl.	Stammtheil
Länge der Krystallzellen mmm .	50	69	79	103	160	138	138
Länge der Raphidenbündel mmm	32	37	43	49	50	48	48

	Mittelwerth aus Messungen	Länge der Krystallzellen	Länge der Raphidenbündel
		mmm	mmm
I. Heuriges Rhizom. . . .	10	154	68
II. Heuriges Rhizom. . . .	10	201	58
III. Heuriges Rhizom. . . .	10	228	52
I. Jähriges Rhizom.	10	197	58
II. Jähriges Rhizom.	10	260	102
I. Zweijähriges Rhizom. .	10	214	77
II. Zweijähriges Rhizom. .	10	150	40
I. Dreijähriges Rhizom. . .	10	208	47
I. Stengel	10	109	46
II. Stengel	10	80	43
I. Laubblatt	10	130	77

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass in der Grösse der Krystalle und ihrer Zellen grosse Schwankungen herrschen; eine absolute, für jeden Krystall zu erreichende Grösse scheint nicht geboten zu sein, sondern scheint diese vielmehr sich nach der mehr oder

weniger grossen momentanen Lebentsthätigkeit in den verschiedenen Pflanzentheilen zu richten. So gross auch die Verschiedenheiten der Krystallmaasse sind, so lässt sich doch aus den gefundenen Zahlen ersehen, dass dieselben in den jüngsten Knospenblättern, also auch den jüngsten Pflanzenorganen, die kleinsten sind, dass sie von da ab in den auf einander folgenden Knospenblättern immer grösser werden und in den älteren schon als ausgewachsen zu betrachten sind; dasselbe in allen anderen Pflanzentheilen, und dass selbst in Pflanzentheilen, welche den anderen mehrere Jahre an Alter vor sind, doch keine absolute Grössenzunahme wahrnehmbar ist.

Um mit grösserer Sicherheit aus den gewonnenen Resultaten ein Urtheil schöpfen zu können, schien es gut, eine andere Species derselben Pflanzengattung in ähnlicher Weise zu untersuchen und zu betrachten, ob Regelmässigkeiten in dem Vorkommen und der Grösse der Krystalle mit solchen in der vorigen übereinstimmen. Es wurde zu diesem Zwecke

Polygonatum stellatum

gewählt, und bei ihr Gestalt, Gehalt, Lagerung u. s. w. der Krystallzellen und Krystalle ganz gleich wie die ihrer Schwester-Art gefunden.

Es mögen nunmehr deren Untersuchungsergebnisse folgen.

I. Knospe.

Das erste Blatt hat keine Krystalle; das zweite Blatt hat ebenfalls keine; das dritte Blatt zeigt gegen die Spitze desselben vier Krystallbündel; das vierte Blatt hat neun Krystalle, welche bis in die Mitte hinabreichen; das fünfte Blatt hat fünfzehn etwas über die Mitte hinabreichende Krystalle; das sechste Blatt zahlreiche Krystalle, welche durch das ganze Blatt vertheilt sind.

	1. Bl.	2. Bl.	3. Bl.	4. Bl.	5. Bl.	6. Bl
Mittelwerth aus Messungen . . .	4	8	10	10		
Länge der Krystallzellen mmm .	63	80	78	86		
Länge der Raphidenbündel mmm	32	37	35	41		

II. Knospe.

	1. Bl.	2. Bl.	3. Bl.	4. Bl.	5. Bl.	6. Bl.
Mittelwerth aus Messungen . . .	5	6	10	10	10	10
Länge der Krystallzellen mmm .	49	60	82	85	75	84
Länge der Raphidenbündel mmm	25	29	37	43	44	38

III. Knospe.

	1. Bl.	2. Bl.	3. Bl.	4. Bl.	5. Bl.	6. Bl.
Mittelwerth aus Messungen . . .	10	4	10	10	8	
Länge der Krystallzellen mmm .	72	69	62	59	71	
Länge der Raphidenbündel mmm	31	31	30	29	29	

Für diese drei Knospen ergeben sich folgende Durchschnittszahlen:

	1. Bl.	2. Bl.	3. Bl.	4. Bl.	5. Bl.	6 Bl.
Länge der Krystallzellen mmm .	61	70	74	77	73	84
Länge der Raphidenbündel mmm	30	33	34	38	37	38

	Mittelwerth aus Messungen	Länge der Krystallzellen	Länge der Raphidenbündel
		mmm	mmm
I. Wurzel	10	80	37
II. Wurzel	10	83	37
III. Wurzel	10	94	40
IV. Wurzel	10	73	21
I. Blatt	10	56	36
I. Stengel	10	132	33
II. Stengel	10	104	42
III. Stengel	10	118	39

Ein Stengel wurde oben gegen das Ende, dann gegen die Mitte und endlich an der Basis untersucht, und ausser den Krystallen und Krystallzellen der Vergleichung halber auch eine Anzahl der umliegenden Parenchymzellen gemessen.

	Mittelwerth aus Messungen	Länge der Parenchymzellen	Länge der Krystallzellen	Länge der Raphidenbündel
IV. Stengel				
Oberer Theil . .	30	198	151	34
Mittlerer Theil .	30	241	98	41
Unterer Theil .	30	192	92	41

Zur ferneren Vergleichung sind auch eine Anzahl Parenchymzellen im äussersten Blatte der Knospe gemessen worden.

Knospe				
Aeusserstes Blatt	30	56	84	34

Auch bei dieser Pflanze geht aus den gefundenen Zahlen hervor, dass die Krystallbündel und ihre Zellen schon in den äussersten

Blattanlagen der Knospe ihre normale Grösse erreicht haben, welche in allen entwickelten Pflanzentheilen dieselbe bleibt. Im Blüthenschaft sind als einem besonders in die Länge gestreckten Pflanzentheile auch die Parenchymzellen besonders in die Länge gestreckt, und diesen sich anschliessend nehmen auch die Krystalle führenden Zellen eine besondere Längenausdehnung vor den aller andern Pflanzentheile an, während die Krystalle nichtsdestoweniger an Grösse den übrigen analog bleiben.

Zur weiteren Untersuchung bediente ich mich der beiden Iris-Species: Iris Pseudacorus und Iris pallida.

Die in beiden vorkommenden Krystalle sind vierseitige Prismen mit pyramidaler Zuspitzung, welche ihre Zelle ganz ausfüllen, so dass die Contouren der Wandung der einen mit denen der andern zusammenfallen.

Iris Pseudacorus.

Von dieser Pflanze sind Messungen der Krystalle, ferner aber auch von den den Krystallen benachbarten Parenchymzellen vorgenommen worden.

	Mittelwerth aus Messungen	Länge der Parenchymzellen	Länge der Krystalle
		mmm	mmm
I. Nächstjähriger Achselspross	10	—	97
II. Nächstjähr. Achselspross .	10	—	155
III. Nächstjähr. Achselspross .	10	—	60
I. Diesjähr. Achselspross . .	10	—	96
I. Knolle im ersten Jahre . .	10	90	272
II. Knolle im ersten Jahre . .	10	61	224
III. Knolle an der Stelle, wo sich die 1jährige von der 2-jährigen abgliedert	10	84	186
I. Zweijähr. Knolle	10	55	216
I. Dreijähr. Knolle	10	60	177

Iris pallida.

1. Knospe.

	Stammtheil	1. Bl.	2. Bl.	3. Bl.	4. Bl
Mittelwerth aus Messungen . .	10	10	10	10	10
Länge der Parenchymzellen . .	78	—	—	—	—
Länge der Krystalle	136	29	55	97	153



II. Knospe.

	Stammtheil	1. Bl.	5. Bl.	6. Bl.
Mittelwerth aus Messungen . . .	10	10	10	10
Länge der Parenchymzellen . . .	—	—	—	—
Länge der Krystalle	156	28	123	174

III. Knospe.

	Stammtheil	1. Bl.	2. Bl.	5. Bl.
Mittelwerth aus Messungen . . .	10	10	10	10
Länge der Krystalle	141	83	126	191

Ferner wurden die ein-, zwei-, drei-, vier- und fünfjährige Knolle untersucht, indem feine Schnitte aus der mittleren Region derselben mit Kalilauge gekocht wurden, wodurch die Krystallzellen für sich isolirt gemessen werden konnten.

	Mittelwerth aus Messungen	Länge der Parenchymzellen	Länge der Krystalle
		mmm	mmm
I. Einjährige Knolle . .	30	112	262
II. Zweijährige Knolle . .	20	115	254
III. Dreijährige Knolle . .	30	109	221
IV. Vierjährige Knolle . .	30	112	268
V. Fünfjährige Knolle . .	30	116	300
VI. Nebenwurzel	10	289	159
VII. I. Wurzelspitze . .	20	—	84
II. Wurzelspitze . .	10	—	140
III. Wurzelspitze . .	40	—	70

Bei der letzten Wurzelspitze wurden 40 Krystalle, an der äussersten Spitze anfangend, in ziemlich gerader Linie herabsteigend, gemessen, und betrug die Entfernung des letzten Krystalls von der äussersten Wurzelspitze 3 bis 4 Millimeter. Folgende Zahlen zeigen die Länge der auf einander folgenden Krystalle an:

12, 14, 18, 21, 20, 21, 30, 35, 36, 36, 37, 29, 43, 36, 43. 40, 43, 43, 42, 44, 58, 73, 65, 58, 65, 58, 87, 73, 87, 116, 130, 130, 133, 182, 131, 138, 151, 146, 138, 160.

Von einer grösseren Anzahl von Pflanzenexemplaren dieser Species wurden die Blätter gezählt und als die Durchschnittsmenge die Zahl 7 gefunden, von denen die untersten und jüngsten noch nicht ausgewachsen sind. Von diesen Blättern wurden aus der obern Hälfte und gegen ihre Basis Präparate dargestellt und Messungen der Krystalle vorgenommen. Die Krystalle finden sich hier am zahlreich-

sten in Längsreihen, die das Blatt durchziehenden Gefässbündel begleitend.

	Mittelwerth a. Messungen	Länge der Krystalle	Mittelwerth a. Messungen	Länge der Krystalle
	Oberer Theil.		Unterer Theil.	
		mmm		mmm
I. Erstes Blatt (äusserstes) . . .	10	214	10	240
II. Zweites Blatt . .	10	170	10	342
III. Fünftes Blatt . .	10	213	10	303
IV. Siebentes Blatt (innerstes) . . .	10	200	10	35
V. Innerstes Blatt eines andern Pflanzenexemplars . .	10	132	10	138

Zu bemerken ist, dass das letzte Blatt einige Wochen später als die andern genommen wurde.

Die Ergebnisse der angestellten Messungen sind also bei den beiden Iris-Species folgende: Sowohl im diesjährigen als wie im nächstjährigen Achselspross sind die Krystalle noch unvollkommen und noch klein. In der diesjährigen Knolle sind die Krystalle schon als ausgewachsen anzusehen und haben mit denen der vor- und mehrjährigen Knollen dieselbe Grösse. Dieselben sind im Ganzen 3—4mal so gross als die Parenchymzellen ihrer Nachbarschaft, die aber geringere oder grössere Schwankungen in der Länge nicht wie die Krystalle trifft. In den Knospen sind die Krystalle der jüngeren Blätter kleiner als die der älteren, die Krystalle des Stammtheils derselben etwa so gross als die im äussersten Blatte. Die Parenchymzellen in den Seitenwurzeln, einem sehr in die Länge gestreckten Pflanzentheile, sind ebenfalls sehr lang, die Krystalle haben schwache Normalgrösse. Die Krystalle treten zuerst an der äussersten Spitze dicht unter der Wurzelhaube auf, sind hier noch äusserst klein, wachsen aber sehr rasch, so dass sie schon in einer Entfernung von 4 Millimetern abwärts etwa ausgewachsen sind.

Was die Blätter der Pflanze betrifft, so sind die Krystalle in allen mit Ausnahme des innersten und allerjüngsten ausgewachsen, und obgleich sie an der Spitze zuerst auftreten und fertig gebildet sind, überholen sie später doch an der Basis die Krystalle des obern Theils, weil hier eine stärkere Wachsthumsthätigkeit aufzutreten scheint. An der Basis des jüngsten Blattes, welches noch im Wachsen begriffen ist, sind die Krystalle aber noch sehr klein und treten umgekehrt gegen die des obern Theils zurück.

Im Blüthenschaft, von dessen oberem, mittlerem und unterem Theile Präparate vorlagen, konnten indessen keine Krystalle aufgefunden werden. Ebenso blieb die Untersuchung der Blumenblätter, des Fruchtgehäuses, des Samens und der Placenta ganz resultatlos.

Fassen wir die gewonnenen Resultate in Kurzem zusammen, so können wir über das Vorkommen und die Entwickelung der Krystalle in den Pflanzen gewisse Regeln als gemeingültig hinstellen. So sind Krystalle in den allerersten Anfängen der Pflanzentheile noch nie vorhanden; sie treten indessen sehr früh in diesen auf und vermehren sich nicht sowohl mit der fortschreitenden Entwickelung, als sie sich auch vom ersten Anfange ihres Entstehens an vergrössern, bis sie eine der Pflanzenart eigene Grösse erlangt haben. Haben die Krystalle diesen ihren normalen Umfang einmal erreicht, so bleiben sie für alle Zeit unverändert dieselben, d. h. weder kann man ein weiteres Vergrössern derselben, noch ein Vermindern oder Verschwinden bemerken. Ueber das Auftreten derselben in den Blättern kann man für die monocotylen Pflanzen aussprechen, dass sie zuerst an deren Spitze erscheinen und von da weiter hinab folgen und endlich dem ganzen Blatte zu eigen sind.

Ueber die Bildung der den organischen Theil der Krystalle darstellenden Oxalsäure und die Diffusion der die Krystalle bildenden Masse in die Krystallzellen liesse sich zuletzt noch Einiges anführen.

Trenkmann glaubte durch Versuche an Keimpflanzen der Vicieen nachgewiesen zu haben, dass die Oxalsäure nicht etwa durch Oxydation der Reservenährstoffe gebildet werden könne, vielmehr als Reductionsproduct der Kohlensäure der Luft anzusehen sei. Er hat nämlich einzelne junge Pflänzchen frühe der reichliche Nährstoffe haltenden dicken fleischigen Cotyledonen beraubt, und so die junge Pflanze gezwungen, sich frühzeitiger selbst Nährstoffe in den ersten Blättern zu produciren, als die nicht der Cotyledonen beraubten, und fand, dass erstere früher selbst Nahrungsstoffe producirenden Pflänzchen auch früher Krystalle zeigten, als dies die länger durch vorgebildete Stoffe ernährten zeigten. Dieses mehr oder weniger frühe Vorkommen von Krystallen in seinen jungen Pflänzchen scheint um so mehr als ganz zufällig zu betrachten zu sein, als er selbst angiebt, dass er dieses nur zweimal beobachtet habe, dagegen aber auch das Gegentheil.

Ob die Oxalsäure nun die Uebergangsform der Kohlensäure zum assimilirten Lebenssaft ist, d. h. ob die Kohlensäure der Luft unter Zutritt von Wasser zuerst zu Oxalsäure reducirt wird, oder aber ob sie als Nebenproduct des chemischen Processes zugleich mit dem assimilirten Pflanzensafte auftritt und auf dem Wege zu allen übrigen Pflanzen-

theilen mit Kalk zusammentreffend auskrystallisirt, bleibt noch dahingestellt. Ich glaube keines von beiden, bin dagegen der Ansicht, dass die Oxalsäure aus dem assimilirten Safte wieder entsteht. Dieser aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff bestehende Pflanzensaft wird, an seine Verbrauchsstätte zu morphologischen Zwecken geführt, der Art gespalten und getheilt, dass aus ihm sowohl die Zellwandsubstanz, als auch die keiner jungen Zelle fehlende stickstoffhaltige Substanz, als auch ferner die Oxalsäure gebildet wird. Die Plasmasubstanz stellt hierbei den sauerstoffarmen Spalttheil dar, während die Oxalsäure sehr sauerstoffreich ist.

Es spricht für diese Meinung, dass die Oxalsäure der Krystalle in den Knospen und andern jungen Theilen nicht Product der assimilatorischen Thätigkeit der ersten Blätter jener sein kann, da diese noch nicht grün gefärbt sind, also kein den Nahrungsstoff bereitendes Chlorophyll haben, dann aber, da die Knospen, obwohl schon Krystalle zeigend, noch vollkommen geschlossen sind, also weder mit Luft noch mit Sonnenlicht zusammentreffen. Die Bildung der Oxalsäure muss also durch in andern grünen Pflanzentheilen vorgebildete Säfte entstehen.

Wenn nun die Oxalsäure vorgebildet wäre, so wäre es widernatürlich, dass diese Oxalsäure, welche auf ihrem Wege immer mit Kalklösung zusammentreffen und niedergeschlagen werden müsste, noch bis zu den Knospen gelangte.

Folglich wird die Oxalsäure ein Entmischungsproduct des assimilirten Lebenssaftes sein, in dem dieser sich bei seiner morphologischen Verwendung zur Zellbildung in Zellstoff, Plasmasubstanz und Oxalsäure spaltet.

Obgleich durch diese Arbeit nur ein kleiner Schritt weiter zur genaueren Kenntniss der Krystalle in den Pflanzenzellen geschehen ist, so glaube ich mich doch der Hoffnung hingeben zu dürfen, dass die angestellten Beobachtungen nicht für die Wissenschaft resultatlos geblieben sind.

Anmerkung. Vorstehende Arbeit ist im botanischen Institut zu Bonn auf Veranlassung meines Lehrers, Herrn Prof. Hanstein, im Sommer 1866 ausgeführt worden. Einige neueren, diesen Gegenstand behandelnden Arbeiten sind erst nach Vollendung dieser bekannt geworden und haben deshalb hier keine Berücksichtigung mehr gefunden.

Fernere Beobachtungen über das Auftreten von Krystallen in anderen Pflanzen werde ich mir später vorzulegen erlauben.



Ueber die Schutzscheide der deutschen Equisetaceen.

Von

Dr. Ernst Pfitzer.

(Mit Taf. XVIII—XX.)

Wohl wenige Familien des Pflanzenreiches sind so vielfach bearbeitet worden, als die Equisetaceen. Wenn auch der grössere Theil der bereits über diese Familie gesammelten Beobachtungen sich auf deren äussere Erscheinung, ihre Entwickelungsgeschichte und Taxologie bezieht, so fehlen doch auch zahlreiche anatomische Arbeiten nicht. Es mag daher auffallend erscheinen, dass ich gerade diese Familie gewählt habe, um an ihr die Formen der Schutzscheide zu erläutern, eines Gewebtheils, der auch sonst im Pflanzenreiche weit verbreitet ist. Die nachfolgende Arbeit wird, wie ich hoffe, diese Wahl rechtfertigen, indem sie zeigt, dass die kleine Gruppe der deutschen Equisetaceen nicht nur die bisher bekannten Formen der Schutzscheide im engeren Sinne, sondern auch mehrere andere bietet, die meines Wissens noch bei keiner anderen Pflanze beobachtet wurden. Gleichzeitig ist es gerade durch das Vorkommen dieser verschiedenen Formen in einer so kleinen Gruppe, in einem Individuum, ja selbst in einem Internodium oder Knoten, leicht, den Beweis zu führen, dass hier nur Formen eines und desselben Gewebtheils, nicht verschiedene Gewebtheile vorliegen. Dieses wird vollkommen ausser Zweifel gesetzt dadurch, dass sogar sämmtliche Formen durch unmittelbare, deutliche Uebergänge mit einander verbunden sind.

Ich glaube daher manches Neue über die Schutzscheide der deutschen Equisetaceen mittheilen zu können. Es ist jedoch bei

einer verhältnissmässig sehr genau bekannten Pflanzenfamilie natürlich, dass auch frühere Beobachter einen Theil der hier zu behandelnden Erscheinungen wahrnahmen. Ich habe mich bemüht, diese Beobachtungen möglichst vollständig zu sammeln, doch mag mir nichtsdestoweniger Manches entgangen sein. Namentlich habe ich aus der zahlreichen von Duval-Jouve (Histoire naturelle des Equisetum de France. 1864) zusammengestellten Literatur folgende Werke, in denen Beiträge zur Anatomie der Equisetaceen zu hoffen waren, nicht benutzen können:

Brichan, description of Equisetum hiemale, Mackaii and variegatum. Phytologist 1842.

Brisseau-Mirbel, Anatomie des prêles. Journal de physique Prairial an IX.

Francis, an analysis of british ferns and their allies 1843.

Newman, History of the british Equiseta. Phytologist 1842.

Ramey, Note sur quelques espèces tuberculeuses du genre Equisetum. Société des sciences naturelles à Bordeaux 1854.

Die Vergleichung dieser Arbeiten dürfte vielleicht noch einige Nachträge zu der historischen Einleitung liefern, die ich zunächst geben will, um zu zeigen, was bisher über die Schutzscheide der Equisetaceen bekannt war.

I. Historische Einleitung.

Wir müssen dazu, obwohl der ganze Begriff der „Schutzscheide" sich erst in der neuesten Zeit entwickelt hat (vgl. Pringsheim's Jahrbücher I. S. 441), doch ziemlich weit zurückgreifen. Der Erste, welcher die Schutzscheide bei den Equisetaceen, und vielleicht überhaupt, sicher beobachtete, war Bischoff. Derselbe hielt sie für einen Ring von Gefässen. In seinem Werke: „Die kryptogamischen Gewächse mit besonderer Berücksichtigung der Flora Deutschlands und der Schweiz, 1828" sagt er bei Beschreibung des Rhizoms von Equisetum arvense a. a. O. S. 33: „An der äusseren Grenze des die inneren Lücken umgebenden Gewebes zieht sich ein Gefässkranz hin, welcher ein mit dem äusseren Umfange des Querschnittes paralleles Vieleck bildet und den ganzen Durchschnitt in zwei Schichten theilt, von welchen die innere gleichsam den Kern des Stockgliedes darstellt." Ebenso giebt er an (S. 37), dass im Stamm derselben Art „zwischen beiden Lückenreihen sich ein zusammenhängender Ring von Gefässen hinziehe, der, wie im Stock, die Sub-

stanz des Stengels gleichsam in zwei Schichten theile.“ An derselben Stelle bemerkt Bischoff, dass dieser „Gefässring“ nicht bei allen Arten gleich deutlich zu unterscheiden sei, und in der That bildet er auf Querschnitten des Stammes von Equisetum limosum, hyemale, hyemale β ramosum und Telmateja (Taf. V. 42, 43, 44, 45) diesen „Gefässring“ nicht ab, während er denselben auf Querschnitten des Stammes und Rhizoms von E. arvense (Taf. V. 32, 33) deutlich als eine Reihe dunkler gehaltener kleiner Zellen darstellt. Die Querschnitte von Scheiden des E. arvense (Taf. V. 38) und die dargestellten Längsschnitte zeigen nichts davon. Auf dem Querschnitte eines Astes von E. arvense ist eine Andeutung gegeben.

Ja, vielleicht hat schon Vaucher diesen „Gefässkranz“ von Bischoff gesehen. In seiner Monographie des Prêles (Mémoires de la société de physique et d'histoire naturelle de Génève. Tome I. 2de partie p. 329—391. 1822), die 1818 der Gesellschaft vorgelegt wurde, zeichnet er (Taf. II. 4) rings um das Leitbündelsystem von E. arvense eine matte, und an derselben Stelle bei E. Telmateja (II. 6) eine zarte, aber scharf hervortretende schwarze Linie, die kaum etwas Anderes sein kann, als eine Andeutung des Bischoff'schen Gefässkranzes.

In einem langen Zeitraume finden wir dann keine weitere Notiz über die Schutzscheide, da die Botaniker, welche sich damals mit der Anatomie der Equisetaceen beschäftigten, wie Hofmeister, Newman u. A., diesem Gegenstande ihre Aufmerksamkeit nicht zuwandten.

Erst 1846 zeigt sich eine fernere, hierauf bezügliche Beobachtung. Lasch giebt bei Gelegenheit der Beschreibung seines E. inundatum an (Rabenhorst's botanisches Centralblatt Nr. 2. pag. 28): „Bei dieser Art bildet der Schaft immer nur eine einfache Röhre; bei E. arvense besteht derselbe gleichsam aus einer äusseren und einer inneren Röhre, welche letztere beim gewaltsamen Zerreissen öfters mit herausgezogen wird.“

Diese leichte mechanische Trennbarkeit der beiden schon von Bischoff theoretisch unterschiedenen Cylinder bei E. arvense beobachtete dann auch Milde (Beiträge zur Kenntniss der Equiseten, Nova Acta Acad. Caes. Leop. Car. nat. curios. XXIII. pars 2 pag. 561; der Academie übergeben 1851), der noch die Bemerkung hinzufügt: auch bei E. palustre lasse sich der Stamm leicht durch Zerreissen in zwei Cylinder theilen, von denen der innere den zweiten Kreis von Luftlücken enthalte. Jedoch giebt Milde gleichzeitig an, dass

sehr oft, sowohl im sterilen und fertilen Stengel von E. arvense, als auch im Stengel von E. palustre, die beiden Cylinder ganz fest mit einander verwachsen seien, ohne dass sonst irgend eine Abweichung im anatomischen Bau wahrzunehmen sei. Auch bestätigt Milde die Angabe von Lasch, dass bei E. inundatum die Stengelsubstanz einfach und nicht in zwei Cylinder geschieden sei. Dies Merkmal sei ganz constant und man könne dadurch leicht E. inundatum von dem sonst ähnlichen E. arvense β campestre unterscheiden (a. a. O. 570).

Auf S. 575 finden wir dann noch die Bemerkung, dass auch der Stengel der meisten anderen Equiseta aus zwei Cylindern bestände, welche nur ausnahmsweise mit einander verschmölzen. Hingegen seien dieselben bei E. limosum, inundatum und hyemale in einen einzigen verwachsen.

Von dem „Gefässkranze" Bischoff's spricht Milde nicht, giebt jedoch (a. a. O. Tab. 54. F. 8) auf einem Querschnitte des Stammes von E. arvense eine Andeutung davon; die übrigen Querschnitte lassen nichts davon erkennen.

Auch die Angabe Schacht's (die Pflanzenzelle 1852 S. 246): „der Cambiumring verholze bei den Equisetaceen früh", müssen wir nach desselben Beobachters späteren Auslassungen wohl dahin deuten, dass er die Schutzscheide sah.

Milde macht dann in seiner folgenden Arbeit (Kritische Uebersicht der schlesischen Gefässkryptogamen mit besonderer Berücksichtigung der Equiseten in „Denkschrift der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zur Feier ihres 50 jährigen Bestehens 1853") wieder auf das verschiedene Verhalten des E. inundatum und limosum einerseits, des E. arvense andererseits aufmerksam.

Milde spricht auch hier nicht aus, dass eine besondere Zellschicht das Leitbündelsystem von E. arvense und palustre umgebe. Dasselbe gilt von seiner Arbeit: „Die Gefässkryptogamen Schlesiens preussischen und österreichischen Antheils (in Nova Acta XXVI. pars 2. pag. 371 ss. 1857), doch finden wir hier (Tab. 37) auf einem Querschnitt von E. palustre eine dunkle, den Leitbündelkreis umgebende, mehrreihige Zellschicht, die nach aussen mit einer wellig verlaufenden schwarzen Linie abgegrenzt wird. Diese Zellschicht stellt wahrscheinlich den „Gefässkranz" mit den ihm innerlich zunächst anliegenden Zellen dar.

Auch in Beziehung auf die mechanische Trennbarkeit der Equisetum-Stämme giebt Milde hier Neues; er nennt als in zwei Cylinder trennbar (a. a. O. 414): E. arvense, pratense, Telmateja, silva-



ticum, palustre im Gegensatz zu limosum und litorale Kühlew. = inundatum Lasch.

Keine weiteren Beobachtungen über den vorliegenden Gegenstand finden wir in Milde's Arbeit: „Ueber Equisetum litorale" in Bonplandia 1858, p. 26. Dasselbe gilt von: Duval-Jouve, sur les Equisetum de France in Bullétins de la société botanique de France II. p. 698; Ogilvie, on the Forms and Structure of Fernstem's in Annals and Magaz. of Natural History. 1859, pag. 401—411 und mehreren kürzeren Aufsätzen Duval-Jouve's in den Bulletins d. l. soc. bot. de France. Tome VI. VII. 1859. 1860.

Eine beträchtliche Erweiterung unserer Kenntnisse in Bezug auf die Schutzscheide der Equisetaceen verdanken wir dagegen dem 1864 erschienenen Werke Duval-Jouve's: Histoire naturelle des Equisetum de France. Dieses Werk, das bereits gegen Ende 1861 der Academie des sciences übergeben wurde, enthält zahlreiche Beobachtungen, die sich auf Bischoff's „Gefässkranz" beziehen.

Dieselben erstrecken sich zunächst wieder auf die Trennbarkeit der Stämme und Rhizome der Equiseta durch Drehen, Biegen oder Brechen. Auch Duval-Jouve bemerkte die Verschiedenheit, die in dieser Hinsicht zwischen E. Telmateja, silvaticum, pratense, arvense, palustre einerseits und den übrigen Arten andererseits besteht (a. a. O. S. 40). Hingegen fand er, dass auch bei den leicht trennbaren Arten die an den Knoten des Rhizoms entstehenden Knollen eine Unterscheidung der beiden Cylinder nicht zulassen (a. a. O. S. 41). Ob eine Trennbarkeit in Wurzeln und Scheiden vorhanden sei, wird nicht angegeben.

Duval-Jouve suchte sich auch über die Ursache der verschieden leichten Trennbarkeit in den Stämmen und Rhizomen klar zu werden. Er sah sie hauptsächlich in der verschieden starken Adhäsion der beiden Cylinder, doch deutet er auch einen gewissen Zusammenhang der Erscheinung mit dem „Gefässkranz" an. Er fand nämlich, dass gerade an der Grenze des inneren Cylinders sich bei den leicht trennbaren Arten eine Reihe von Zellen befinde, welche kleiner seien, als die innersten des Rindencylinders, mit welchen sie in Berührung ständen. Diese Zellreihe sei stets daran erkennbar, dass sie auf dem Querschnitt eine Art von „guirlande circulaire" darstelle, deren wellenförmige Biegungen im Kleinen den Umriss des Schnittes symmetrisch wiederholten. „Bei den übrigen Arten," fährt Duval-Jouve fort, „ist sowohl im Stamm, als in der Mehrzahl der Rhizome, die Adhäsion der beiden Cylinder beträcht-

licher. Die Gewebe des inneren Cylinders dringen durch tiefe wellenförmige Ausbuchtungen in die Gewebe des anderen ein und seine Grenze ist weniger deutlich („moins nettement") durch eine Reihe kleiner Zellen bezeichnet. Aber wenn man in der unmittelbaren Nachbarschaft des Diaphragma's der Knoten Querschnitte macht, so erkennt man, da in dieser Region alle Gewebe des inneren Cylinders mehr entwickelt und deutlicher sind, mit Leichtigkeit, dass die beiden Cylinder unterschieden (distincts) und selbst trennbar sind." (A. a. O. 37.)

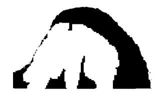
Auch bemerkt Duval-Jouve richtig, dass Bischoff zuerst auf die Existenz dieser beiden Cylinder aufmerksam gemacht habe, und dass dessen „Gefässring" identisch sei mit der oben beschriebenen Reihe kleiner Zellen. Es sei aber ein Irrthum Bischoff's, diese Zellschicht mit „Gefässring" zu bezeichnen. Es gäbe an der Oberfläche des inneren Cylinders keinen Ring oder Kranz von Gefässen; es fänden sich hier nur die oben erwähnten kleinen Zellen, welche auf einem Querschnitte ohne Zweifel diesen so genauen Beobachter irre geleitet hätten (a. a. O. 40).

In welcher Weise diese Zellreihe auf das Zerreissen des Stengels Einfluss habe, ist nicht angegeben. Hingegen hat Duval-Jouve dieselbe bei der specielleren Beschreibung der Arten häufig berücksichtigt. Da seine Angaben die Form und Lage der Schutzscheide meist gut beschreiben, will ich sie hier anführen, um dann später darauf zu verweisen.

So bildet nach Duval-Jouve diese Zellschicht bei E. Telmateja im Rhizom ein Vieleck mit sehr stumpfen Winkeln und eingezogenen Seiten (a. a. O. 172). Sie liegt im fruchtbaren Stengel ungefähr um ein Viertel des Radius vom äusseren Umfange des Schnittes, und im unfruchtbaren Stengel nur um eine Zellreihe von den grossen Luftlücken entfernt (a. a. O. 173). Auch in den Aesten ist der innere Cylinder deutlich durch eine Zellreihe begrenzt, die sich dicht an den Rindenluftlücken hinzieht und mit stumpfen Winkeln an jeder Seite des Astes nach innen vordringt (a. a. O. 174).

„Im Rhizom von E. silvaticum liegt die die beiden Cylinder trennende Zellreihe ungefähr auf $^2/_3$ des Radius und bildet ziemlich genau das äussere Vieleck nach" (a. a. O. 177). „Im fruchtbaren Stengel berühren die Gefässstränge der Bündel beinahe die „guirlande" (a. a. O. 178). „In den Aesten ist der innere Cylinder deutlich durch eine Reihe kleiner Zellen begrenzt" (a. a. O. 179).

„Im fruchtbaren Stamm von E. arvense liegt die guirlande un-



gefähr in der Mitte des Radius und von den inneren Luftlücken entfernt" (a. a. O. 184). „Im Laubstengel ist dieselbe stets sehr deutlich und stark wellig gebogen, sie liegt ebenfalls etwa auf der Mitte des Radius. In den Aesten ist der innere Cylinder sehr deutlich" (a. a. O. 185).

Interessant sind die Angaben, die wir bei E. litorale Kühlew. finden. Während Milde und Lasch ein grosses Gewicht darauf legen, dass der Stamm dieser Art nur aus einem Cylinder bestehe, schreibt Duval-Jouve ihr im Allgemeinen zwei Cylinder zu. Dieselben seien in den zwei oder drei Decimeter unter der Oberfläche des Bodens kriechenden Rhizomen durch eine „guirlande de séparation fortement marquée" geschieden. „Die Wellenlinien derselben folgen der normalen Richtung und verlaufen daher in umgekehrter Richtung, als die des Umrisses, dessen Seiten als abgerundete Ecken nach aussen vortreten. Der äussere Cylinder ist dabei sehr entwickelt und seine Breite 5mal grösser, als die des inneren" (a. a. O. 190). „In den Aesten sind die beiden Cylinder gleichfalls durch eine kreisförmige Zellreihe deutlich geschieden" (a. a. O. 192).

Auch im Stamm des E. litorale unterscheidet Duval-Jouve zwei Cylinder, doch sagt er, sie seien nur sehr undeutlich geschieden; der innere bestehe in einem sehr schmalen Bande, dessen innere Undulationen denen des äusseren Umrisses opponirt wären (a. a. O. 191).

Bei E. limosum unterscheidet Duval-Jouve die beiden Cylinder zwar theoretisch, giebt aber ausdrücklich an, sie seien im Rhizom innig verbunden und durch keine trennende Zellreihe geschieden (a. a. O. 196). Im Stamme erwähnt er eine solche auch nicht (a. a. O. 197), ebensowenig in den Aesten (a. a. O. 198).

Hingegen finden wir wieder Angaben darüber bei E. palustre. „In den Rhizomen dieser Art sind die Cylinder sehr deutlich durch eine Reihe kleiner Zellen getrennt und dabei so leicht trennbar, dass, wenn man ein Rhizom abschneidet und ein wenig trocknen lässt, der innere Cylinder, indem er sich weniger zusammenzieht, als der äussere, sich von demselben loslöst und am Ende des Rhizoms vortritt" (a. a. O. 201). Im Stamme bilde die „guirlande" ein Vieleck mit stumpfen Winkeln und ein wenig concaven Seiten (a. a. O. 202). Die Aeste zeigten dieselbe Organisation, als die Stämme.

In der Beschreibung des E. ramosissimum erwähnt Duval-Jouve beim Rhizom nur beiläufig des inneren Cylinders; beim Stamm aber sagt er (a. a. O. 206): „Die beiden Cylinder sind bei dieser Art deut-

licher geschieden, als bei irgend einer anderen derselben Gruppe (der Hyemalia). Die Reihe kleiner Zellen, die sie trennt, ist ausserordentlich stark wellig gebogen; sie verläuft in gleicher Entfernung von den Rindenluftlücken und der Mittellücke, umzieht dann äusserlich das Gefässbündel und dringt daher tief zwischen die grossen Luftlücken ein, bis gegenüber ihrem äusseren Rande."

„Im Stamm von E. variegatum sind die Cylinder undeutlich" (a. a. O. 212).

„Im Stamm von E. trachyodon sind die beiden Cylinder im Allgemeinen durch eine wellige Zellreihe getrennt, welche die Gefässbündel aussen umzieht und durch die Zwischenräume zwischen den Rindenluftlücken und der Mittellücke hindurchgeht" (a. a. O. 215).

Im Stamm von E. hyemale beobachtete Duval-Jouve eine gewisse Unregelmässigkeit im Auftreten der beiden Cylinder. Er sagt (a. a. O. 220): „Bei einer grossen Anzahl von Individuen ist die Grenze der beiden Cylinder durch eine Reihe kleiner Zellen bezeichnet, welche in gleicher Entfernung von der Mittellücke und den Rindenlücken verläuft und in die Zwischenräume derselben eindringt, indem sie das Gefässbündel umzieht. Bei anderen Exemplaren bemerkt man nur Spuren dieser Zellreihe, welche sich leicht mit den Gefässbündeln vermischt" (a. a. O. 220).

Demnach finden wir bei Duval-Jouve schon viel genauere Beobachtungen über den „Gefässkranz" Bischoff's, als bei seinen Vorgängern. Jedoch erkannte er in den Zellen desselben nichts Besonderes und zeichnet sie im Querschnitt einfach als kleine Kreise von etwa 1 Millimeter Durchmesser, deren Umriss etwas dunkler gehalten ist, als der der umliegenden Zellen. So finden wir seine guirlande dargestellt beim Rhizom, dem fruchtbaren und Laubstengel, sowie den Aesten von E. Telmateja und arvense (Taf. V. Fig. 10, 12; VI. 1, 2, 3, 8, 9, 10); bei Rhizom, Stamm und Ast von E. silvaticum (Tab. V. Fig. 11 im VI. 5, 6); bei Rhizom und Stamm von E. palustre (Tab. V. 15; VI. 15); beim Rhizom von E. litorale (V, 13), bei dessen Stamm- und Astquerschnitten sie fehlt, und beim Stamm von E. pratense (VI. 6 bis), wo Duval-Jouve sie im Text nicht erwähnt.

Nichts davon gezeichnet ist im Rhizom von E. ramosissimum, variegatum, trachyodon, hyemale (Tab. V. 16—19), im Stamm und Ast von E. litorale (VI. 12. 13), im Stamm von E. variegatum (VI. 18) und im Ast von E. limosum (VI. 14 bis).

Beim Rhizom und Stamm von E. limosum zeigt die Abbildung

(V. 14; VI. 14) hingegen eine ähnliche Reihe etwas dunkler gehaltener Zellen um jedes Leitbündel, welches Duval-Jouve im Text (a. a. O. 197) „très nettement circonscrit“ nennt. Beim Stamm von E. ramosissimum und trachyodon sind zwischen den Leitbündeln 3, beziehungsweise 2 Reihen sehr kleiner Zellen gezeichnet (VI. 17, 19). Beim Stamm von E. hyemale endlich verläuft zwischen den Bündeln ein nach innen convexer Bogen ziemlich grosser Zellen, in deren jede ein kleiner Kreis so hineingezeichnet ist, dass er die äussere Wand derselben berührt (VI. 20). Ueber die Bedeutung dieser Zeichnung habe ich weder im Text, noch in der Natur Aufklärung finden können.

Auf einem Querschnitt durch den Knoten von E. arvense (VI. 23) sehen wir die guirlande durchbrochen von den in die Aeste und Scheide abgehenden Leitsträngen. In einem Längsschnitt durch den Stamm von E. palustre sind die Zellen der guirlande im Längsschnitt dargestellt, mit dunklem Umriss, etwa 3mal so lang, als breit (VI. 16).

Dies etwa sind die Angaben Duval-Jouve's über den „Gefässkranz“ Bischoff's. Ausserdem finden wir noch eine Notiz, die der Aufmerksamkeit werth ist. Bei der Beschreibung des Rhizoms von E. silvaticum (a. a. O. 177) sagt Duval-Jouve, nachdem er die Lage der äusseren „guirlande de séparation“ beschrieben hat: „aber, was ich bei keiner anderen Art gesehen habe, im Innern des Kreises der inneren Luftlücken existirt eine andere Reihe ähnlicher, bisweilen gefärbter Zellen, welche ein Vieleck mit sehr concaven Seiten bildet, dessen Winkel zwischen den kleinen Luftlücken, gegenüber den Seiten des ersten äusseren Vielecks vortreten.“ Diese innere guirlande ist auch Tab. V. Fig. 11 abgebildet.

Eine Andeutung derselben finden wir schon viel früher bei Newman. In seiner History of british Ferns and allied plants 1844 zeichnet er in einem Querschnitte von E. silvaticum (S. 50) dies innere Polygon im Umriss ganz so, wie es Duval-Jouve beschreibt, nur mit etwas abgestumpften Winkeln. Er giebt jedoch an, der Schnitt sei von einem Stamm, nicht von einem Rhizom entnommen. Im Text erwähnt er des Polygons nicht.

Zu welchem Gewebtheil des Stammes sowohl die innere, als die äussere guirlande zu rechnen sei, spricht weder Duval-Jouve, noch einer seiner Vorgänger aus. Im Jahre 1863 erkannte ich die letztere bei E. palustre als eine Gesammtschutzscheide des Systems der Leitbündel, und fand gleichzeitig, dass bei E. limosum die Schutz-

scheide jedes einzelne Leitbündel umgiebt. Mein verehrter Lehrer, Herr Prof. Caspary veröffentlichte 1864 diese Beobachtung in seinen „Bemerkungen über die Schutzscheide und die Bildung des Stammes und der Wurzel“ (Pringsheim's Jahrbücher IV. S. 117) als einen ferneren Beweis gegen Sanio's Auffassung der Schutzscheide. Die hierbei zufällig eingetretene Vertauschung der Namen berichtigte dann Sanio (Bot. Zeitung 1865, S. 176), und bemühte sich gleichzeitig, die beiden genannten Schutzscheidenformen als nicht identisch zu erweisen, da ihre Identität mit seiner Auffassung nicht vereinbar ist. Diese Identität ausser Zweifel zu setzen, ist ein Zweck dieser Arbeit; ich verweise auf S. 350.

Milde beobachtete später ebenfalls die Schutzscheide bei E. limosum: er nennt sie „einen gelblichen Ring verdickter Zellen“ (Bot. Zeitung 1865, S. 242). Ferner benutzte derselbe die Schutzscheide der Equisetaceen mit zu einer generischen Trennung derselben in Equisetum L. (p. p.) und Hippochaete Milde. Er sagt (Bot. Zeitung 1865, S. 298): „Equisetum besitzt im Stengel entweder einen gemeinsamen Verdickungsring, welcher inneren und äusseren Cylinder scharf von einander sondert, oder wenigstens specielle, welche die einzelnen Carinalhöhlen sammt ihren Gefässen umschliessen. Bei Hippochaete sind zwar innere und äussere Cylinder auch von einander getrennt, allein weit weniger scharf, und Verdickungsringe im Sinne, wie sie bei Equisetum vorkommen, fehlen ganz.“ Wenn auch diese letzte Behauptung falsch ist, so finden sich doch Beziehungen der verschiedenen Formen der Schutzscheide zur Taxologie, wie ich dies Seite 355 näher erörtern werde.

Dies etwa ist der augenblickliche Stand unserer Kenntnisse über die Schutzscheide der Equisetaceen. Es ist da noch Manches dunkel und in einigen Fällen stossen wir sogar auf directe Widersprüche. Eine weitere Bearbeitung war daher wohl geboten.

II. Eigne Beobachtungen.

Ich gebe zunächst eine Uebersicht des von mir benutzten Materials. Ich untersuchte

1) Equisetum arvense L. von Berlin und Königsberg.
2) E. Telmateja Ehrh. von Carthaus in Westpreussen, wo es Herr Prof. Caspary sammelte und mir gütigst frisch mittheilte.
3) E. silvaticum L. von Königsberg. Knollen dieser Art verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Al. Braun in Berlin.

4) E. pratense Ehrh. von Berlin und Tapiau.
5) E. palustre L. von Königsberg und Berlin.
6) E. limosum L. von Königsberg, Berlin und Potsdam.
7) E. litorale Kühlew. von Berlin; ferner Exemplare von Potsdam, die Herr Wittmack mir gütigst frisch mittheilte; ferner Pflanzen von Werder und endlich solche des Berliner botanischen Gartens von Breslau, die Milde dorthin sandte.
8) E. hyemale L. von Königsberg und Potsdam, β Schleicheri Milde aus dem Berliner botanischen Garten.
9) E. trachyodon Al. Br. von Carlsruhe (Originalex.).
10) E. ramosissimum Desf. von Mannheim und Lausanne.
11) E. variegatum Schleich. aus dem Berliner botanischen Garten.
12) E. scirpoides Mich. desgleichen.

Sämmtliche Exemplare von Nr. 8β bis 12 verdanke ich der Güte meines verehrten Lehrers, Prof. Al. Braun, der mich auch mit Literatur bereitwilligst unterstützte; ihm, wie den Herren Prof. Caspary und Wittmack sage ich hiermit meinen verbindlichsten Dank.

A. Internodium des Stammes.

Im Internodium des Stammes bietet die Schutzscheide bei den deutschen Equisetaceen drei Formen dar. Irgend eine derselben ist stets vorhanden, so dass nie ein Internodium des Stammes der in Rede stehenden 12 Arten ganz ohne Schutzscheide ist.

Die erste der drei Formen, die ich als „äussere Gesammtschutzscheide" bezeichnen will, kommt im Stamm des E. arvense, Telmateja, silvaticum, pratense, palustre und scirpoides vor. Sie umgiebt das System der Leitbündel in seiner Gesammtheit und ist identisch mit Bischoff's Gefässkranz und Duval-Jouve's guirlande circulaire de petites cellules.

In Bezug auf die Lage dieser Schutzscheide im Querschnitt kann ich zum Theil auf die in der Einleitung erwähnten Angaben Duval-Jouve's verweisen. In allen Fällen bildet die äussere Gesammtschutzscheide ein Vieleck mit ziemlich stumpfen Ecken und mehr oder weniger concaven Seiten. In diesen Ecken liegen, von ihnen nach aussen begrenzt, die Leitbündel. Die Form des Vielecks nähert sich am meisten der des Kreises bei E. Telmateja, da bei dieser Art die Zahl der Ecken am beträchtlichsten ist. Die Schutzscheide ist hier an den Leitbündeln nur wenig nach aussen, in den Räumen zwischen den Bündeln, die ich kurz als Markstrahlen be-

zeichnen will, ein wenig nach innen gekrümmt. Aehnlich ist die Form des Vielecks bei E. silvaticum, wo aber die Zahl seiner Ecken viel geringer und die Schutzscheide an den Bündeln stärker gekrümmt ist, während sie zwischen ihnen fast geradlinig verläuft. Wieder etwas mehr nähert sich dem Kreise die Schutzscheide im Stamm der E. pratense. Bei E. arvense sind die Seiten des Vielecks nach aussen concav, die Ecken gerundet. Dasselbe bildet bei E. palustre meist ein Sechs- oder Siebeneck mit stumpf gerundeten Ecken und wenig concaven Seiten (vergl. Taf. XVIII. Fig. 1, 2), bei E. scirpoides endlich ein Dreieck mit breit abgerundeten Ecken und wenig concaven Seiten. Der Stamm dieser letzteren Art ist 6-seitig und die Ecken des von der Schutzscheide gebildeten Dreiecks liegen 3 abwechselnden Seiten gegenüber, nicht, wie es sonst stets der Fall ist, den Ecken des äusseren Umrisses. Jedoch sind die Seiten, welchen die Leitbündel und die Ecken des Schutzscheidendreiecks gegenüberliegen, ein klein wenig schmäler und concaver, als die übrigen: ihnen sitzen die nur in der Dreizahl vorhandenen Scheidenzähne auf und sie entbehren der Spaltöffnungen. Man muss sie daher als stark abgestumpfte Ecken auffassen, wie dies auch schon Asa Gray und Milde thaten.

Die Zellen der äusseren Gesammtschutzscheide zeigen in allen Fällen die charakteristischen Kennzeichen der Schutzscheidenzellen im Allgemeinen. Sie schliessen seitlich fest an einander und zeigen auf der radialen Längswand im Querschnitt den bekannten schwarzen Punkt, welcher auch hier durch Wellung eines Theiles der Längswand hervorgebracht wird. Dieser Theil — und weniger gut als er, aber noch besser als das umliegende Gewebe, sämmtliche Wände der Schutzscheidenzellen — widerstehen der Schwefelsäure. Man kann die Schutzscheide daher deutlicher hervortreten lassen, wenn man den Querschnitt mit mässig starker Schwefelsäure behandelt. Die Wellung der radialen Längswände setzt sich auch auf die Querwand fort, wo sie dann tangential verläuft, wie dies Caspary und Nicolai auch bei anderen Pflanzen beobachteten. Auch diese Stelle widersteht dann der Schwefelsäure und man kann demnach nach Behandlung mit concentrirter Säure aus jeder Zelle ein zusammenhängendes Gerüst erhalten. Auf Querschnitten zeigt sich diese gewellte Stelle der Querwand oft als ein schmales, aus helleren und dunkleren Querstreifen bestehendes Band, das von einem schwarzen Punkte zum anderen läuft. Im radialen Längsschnitt aber bildet sie einen schwarzen Punkt auf der Querwand, an dem man die

Schutzscheidenzellen leicht von den sonst ähnlichen benachbarten Zellen unterscheiden kann, ohne Säure anzuwenden.

Die allgemeine Form der Schutzscheidenzellen ist im Querschnitt und Längsschnitt bei sämmtlichen Arten ziemlich dieselbe. Sie sind stets viel, etwa 8mal im Durchschnitt, länger als breit; ihre Querwände sind bald horizontal, bald stark geneigt; es kommt sogar vor, dass eine Zelle mit einer langen Spitze zwischen zwei andere hineinragt, so dass die Verbindung eine prosenchymatische genannt werden könnte, ohne dass sonst eine Abweichung bemerkbar ist. Die Weite der Schutzscheidenzellen variirt sehr, so dass in einer Schutzscheide einige Zellen andere im Durchmesser um's Dreifache übertreffen. Ich maass ihre Breite (tangential) von 0,0166^{mm} bis 0,0530^{mm}, ihre Tiefe (radial) von 0,0132^{mm} bis 0,0364^{mm}. In den meisten Fällen sind die Zellen etwas tangential gestreckt, seltener isodiametrisch bis schwach radial gestreckt. Im Allgemeinen kann man angeben, dass die kleinsten Zellen dicht an den Bündeln, die grössten in den Markstrahlen liegen.

Eine Eigenthümlichkeit, die ich häufig beobachtete, ist die Bildung des braunen Bandes, das Caspary zuerst (Pringsheim's Jahrb. I. S. 442) beschrieb, und das nicht mit dem oben genannten gewellten Bande zu verwechseln ist. Das braune Band besteht bei den Equisetaceen ohne Zweifel aus dem zusammengezogenen Zellinhalt; ich habe sogar in Schnitten, die einige Zeit auf der Glasplatte unter dem Mikroskop gelegen hatten, Chlorophyll darin gesehen. Vermuthlich haftet der Zellinhalt bei seiner Zusammenziehung aus Gründen der Adhäsion an den gewellten, also verhältnissmässig rauheren, Stellen der Zellwand besser, als an den glatten Stellen und bleibt daher an ersteren hängen, während er sich von letzteren loslöst. Er bildet dann ein zwischen zwei schwarzen Punkten — im Querschnitt tangential — ausgespanntes dunkelbraunes Band, das namentlich an Präparaten vom Stamm des E. palustre kaum je vermisst wird, wenn dieselben einige Zeit gelegen haben. Eine weitere Stütze meiner Ansicht finde ich darin, dass auch auf radialen Längsschnitten das braune Band zwischen zwei schwarzen Punkten auftritt: es ist nur hier natürlich vertical ausgespannt, da die gewellten Stellen auf den Querwänden liegen, und viel länger, als das braune Band der Querschnitte.

Als Inhalt der Schutzscheidenzellen beobachtete ich meist einen feinkörnigen Stoff, der mit Schwefelsäure sich dunkelbraun oder

schwärzlich färbt, bisweilen Stärke, selten in dünnen Stengeln auch Chlorophyll.

Soviel über diese Form der Schutzscheide, die bei der Hälfte der untersuchten Arten im Stamm vorkommt, und zwar stets ohne wesentliche Verdickung, und welche auch sonst im Pflanzenreiche weit verbreitet ist.

Die zweite Form, die ich hier zu behandeln habe, ist die „Einzelschutzscheide", welche ein jedes Leitbündel für sich umgiebt und im Internodium des Stammes von E. limosum L. und E. litorale Kühlew. vorkommt. Sie reproducirt genau die Form des Leitbündels und ist daher stets mehr oder weniger kreisförmig. Ihre Zellen sind denen der Gesammtschutzscheide vollkommen gleich, so dass ich ausser Stande bin, die Zellen an sich von einander zu unterscheiden. Der schwarze Punkt, die beiden Bänder, die Wellung u. s. w. wurden bei beiden in gleicher Weise beobachtet. Die kleinsten Zellen einer Einzelschutzscheide pflegen an ihrem innersten und äussersten Ende, die grössten an den den Markstrahlen zugewandten Seiten zu liegen. Zwischen den Schutzscheiden des E. limosum und litorale besteht kein constanter Unterschied, doch pflegt die des ersteren mehr radial, die des letzteren mehr tangential gestreckt zu sein. Auch sind die Zellen der Schutzscheide bei E. limosum gewöhnlich etwas kleiner, als bei litorale (Taf. XVIII. 5; XIX. 6).

Bei letzterer Art beobachtete ich häufig, dass ölartige Tropfen dem schwarzen Punkt im Querschnitt seitlich ansassen oder ihn auch beiderseits umgaben. Es ist dies wohl ebenso, wie das braune Band, eine Wirkung der grösseren Adhäsion an den gewellten Stellen der Zellwände.

Auch diese Form der Schutzscheide ist schon mehrfach bei anderen Pflanzen beobachtet worden. Dies ist meines Wissens nicht der Fall bei der dritten, nun zu beschreibenden Form, deren eine Modification Newman und Duval-Jouve im Rhizom von E. silvaticum andeuteten, aber nicht als Schutzscheide erkannten. Ich bezeichne diese dritte Form als „äussere und innere Gesammtschutzscheide", oder kürzer als „doppelte Gesammtschutzscheide". Sie kommt im Internodium des Stammes von E. hyemale L., hyemale β Schleicheri Milde, trachyodon Al. Br., ramosissimum Desf. und variegatum Schleich. vor.

Es verläuft hier zunächst eine äussere Gesammtschutzscheide ausserhalb des Leitbündelkreises. Diese umzieht die einzelnen Leitbündel auf ihren nach aussen und seitlich gewandten Theilen und

geht dann in den Markstrahlen zwischen den Furchen- und der Mittellücke ziemlich parallel dem Umriss des Querschnittes von einem Bündel zum anderen. (Ich will hier beiläufig bemerken, dass ich durchgehend statt der meist angewandten Bezeichnungen „Vallekularhöhlen, Carinal- und Centralhöhle" die von Bernouilli [Gefässkryptogamen der Schweiz] in Vorschlag gebrachten besseren Ausdrücke „Furchenlücken, Kantenlücken und Mittellücke" gebrauchen werde.) Diese äussere Gesammtschutzscheide bildet demnach eine stark wellig gebogene Linie, die sich nach innen tief in die Markstrahlen hineinzieht.

Innerhalb des Leitbündelkreises verläuft aber eine zweite Gesammtschutzscheide, welche einen ziemlich genauen Kreis bildet, der die Leitbündel auf ihrer inneren Seite berührt. In den Markstrahlen sind beide Schutzscheiden, die hier parallel in dem zwischen Mittellücke und Furchenlücke bleibenden Gewebe verlaufen, meist nur durch eine, seltener durch zwei Zelllagen geschieden. In einigen Fällen beobachtete ich jedoch auch, dass Zellen der beiden Schutzscheiden in radialer Richtung einander berührten, dass demnach die sie trennende Zellschicht stellenweise fehlte.

Beide Schutzscheiden (vgl. Taf. XVIII. Fig. 7, 8) sind als durchaus identisch zu betrachten, sowohl untereinander, als mit den vorher beschriebenen Schutzscheidenformen. Beide zeigen mit gleicher Deutlichkeit den schwarzen Punkt, beide besitzen sehr häufig das braune, aus Inhalt bestehende Band, beide zeigen das gleiche Verhalten gegen Schwefelsäure. Jeder etwa noch bleibende Zweifel an ihrer Identität wird durch die Beobachtungen widerlegt, die ich Seite 316 beim Rhizom des E. hyemale mittheilen werde und auf die ich hiermit verweise.

Die Zellen beider Schutzscheiden sind in der Wand im erwachsenen Stamm etwas stärker verdickt, als es bei den anderen Schutzscheidenformen der Fall ist. Diese Verdickung, die in gleicher Weise auch auf sämmtlichen Wänden der zwischen den Schutzscheidenzellen liegenden, denselben auch in der Form ganz ähnlichen Zellen sich findet, ist jedoch nie besonders stark und erstreckt sich namentlich nicht auf die gewellten Stellen in dem Grade, dass der schwarze Punkt dadurch undeutlich würde. Derselbe ist vielmehr stets deutlich wahrnehmbar. Ausserdem pflegen die Zellen dieser Schutzscheidenform stärker tangential gestreckt zu sein, doch fehlt es auch hier nicht an isodiametrischen und selbst radial gestreckten Zellen. Die kleinsten und am meisten kreisförmigen Zellen findet man ge-

wöhnlich unmittelbar am Bündel, die am stärksten gestreckten in den Markstrahlen.

Als Zellinhalt beobachtete ich hier dieselben Stoffe, wie bei der äusseren Gesammtschutzscheide, und sah auch hier körniges Chlorophyll in dem braunen Bande eingeschlossen.

Zwischen den genannten Arten bestehen keine wesentlichen Unterschiede in der Bildung der beiden Schutzscheiden, ausser dass das von der äusseren gebildete Vieleck je nach der verschiedenen Dicke der Stämme mehr oder weniger Ecken zeigt, und dem entsprechend der von der inneren gebildete Kreis grösser oder kleiner ist.

Nach dieser Auseinandersetzung sehen wir, dass die Trennung der Equisetum-Stämme in zwei Cylinder, die Duval-Jouve wenigstens theoretisch bei allen Arten annimmt, nicht in der Natur begründet ist. Will man eine solche Trennung in concentrische Cylinder überhaupt durchführen, so muss man mit Milde und Lasch dem E. limosum und litorale einen, dem E. arvense, Telmateja, pratense, silvaticum, palustre und scirpoides zwei und den übrigen Arten drei zuschreiben. Ueber den Zusammenhang dieser Gruppirung mit der Taxologie werde ich später sprechen; hier nur noch die Erklärung der verschiedenen mechanischen Trennbarkeit.

Es ist eine Eigenschaft der Schutzscheidenzellen bei den Equisetaceen, wie auch bei vielen anderen Pflanzen, sehr leicht am schwarzen Punkt, d. h. an der gewellten Stelle ihrer Längswand zu zerreissen. Es hat dies wohl zum Theil seinen Grund in einer geringeren Dicke dieses Theiles der Wand, zum Theil in dem mit der Verkorkung oder Verholzung eintretenden Verlust an Dehnbarkeit. Kurz, bei gelindem Drehen oder sonstiger Anwendung mechanischer Mittel, oft auch von selbst, reissen fast sämmtliche Zellen einer Schutzscheide an der bezeichneten Stelle entzwei. Wo nun die Schutzscheide in einfacher Zelllage den Leitbündelkreis umgiebt, folgt daraus ein Zerreissen des Stammes in zwei concentrische Cylinder, wie dies Lasch zuerst bemerkte. Wenn die Schutzscheide doppelt vorhanden ist, wird unter Umständen ein Zerreissen in 3 concentrische Stücke erfolgen können, doch wird dies hier durch die grosse Zahl der vorhandenen Schutzscheidenzellen und auch durch die mannichfachen Biegungen der äusseren Schutzscheide erschwert. Wenn endlich die Schutzscheide jedes einzelne Bündel umgiebt, so können ihre sämmtlichen Zellen zerreissen, was auch vorkommt, ohne den Zusammenhang der Rinde und des sogenannten „inneren Cylinders" aufzuheben.

Wenn Milde angiebt, dass bei E. arvense und palustre eine Trennung bisweilen nicht möglich sei, so ist wahrscheinlich die Schutzscheide zu jung und schwach entwickelt, wie solche Unregelmässigkeiten nach Caspary bei anderen Pflanzen oft vorkommen. Dasselbe gilt von der gleichen Angabe bei E. hyemale, die Duval-Jouve macht. Nach meinen Beobachtungen ist die Ausbildung der Schutzscheidenzellen bei den Equisetaceen aber fast ohne Ausnahme normal.

B. Internodium des Rhizoms.

Wenn bei irgend einer Pflanze, so ist es wohl bei den Equisetaceen klar, dass das Rhizom nichts ist, als ein unterirdischer Stamm. Das Rhizom unterscheidet sich hier nur durch das Fehlen der Mittellücke und des Chlorophylls und die Braunfärbung vieler Zellhäute, sowie die grössere Entwickelung von Beiwurzeln vom Stamm. Die Anordnung der Leitbündel, das Vorkommen der Scheiden u. s. w. ist ganz gleich in beiden. Nichtsdestoweniger zeigen sich auffallende Verschiedenheiten im Bau der Schutzscheide zwischen Stamm und Rhizom.

Bei den meisten der untersuchten Arten freilich, nämlich bei E. arvense, Telmateja, pratensè, palustre, scirpoides, limosum, litorale und variegatum sind diese Abweichungen nicht vorhanden, d. h. die Internodien des Rhizoms der fünf zuerst genannten Arten besitzen eine äussere Gesammtschutzscheide, die von E. limosum und litorale (nach meinen Beobachtungen) Einzelschutzscheiden (vgl. Taf. XVIII. Fig. 5; Taf. XIX. Fig. 6) und die von E. variegatum doppelte Gesammtschutzscheiden. Dagegen hat E. silvaticum im Rhizom eine eigenthümliche Form der doppelten Gesammtschutzscheide, und E. hyemale, ramosissimum und trachyodon Einzelschutzscheiden.

Bei denjenigen Arten, wo eine Gleichförmigkeit zwischen Stamm und Rhizom herrscht, ist kaum etwas Besonderes zu erwähnen: alle Verhältnisse sind genau wie im Stamm, höchstens sind die Biegungen der äusseren Gesammtschutzscheide etwas verschieden stark. Ich will daher nur die zuletzt erwähnten Fälle näher beschreiben.

Die doppelte Gesammtschutzscheide im Rhizom von E. silvaticum hat eine andere Form als diejenige, welche ich bei E. hyemale und Verwandten beschrieb. In dem ersteren Falle ist nämlich die äussere Gesammtschutzscheide nur wenig stärker gebogen, als im Stamm, dringt also lange nicht so tief in den Markstrahlen nach innen vor. Hingegen finden wir die innere Gesammtschutzscheide nicht kreis-

förmig, wie bei hyemale, sondern dieselbe bildet ein Vieleck mit stark concaven Seiten und spitzen, ein wenig abgestutzten Ecken, welche letztere tief in die Markstrahlen nach aussen eindringen, während die Bündel auf ihrer inneren Seite von den nach aussen concaven Seiten des Vielecks umschlossen sind (vergl. Taf. XVIII. Fig. 3, 4).

Die Zellen der äusseren Schutzscheide sind denen desselben Gewebtheiles im Stamm ganz ähnlich, nur etwas stärker verdickt, und bisweilen, namentlich in den Markstrahlen, auf ihrer nach aussen gewandten Längswand gebräunt. Auch sind häufig diejenigen Zellen der Rinde, welche in den Markstrahlen den Schutzscheidenzellen aussen zunächst anliegen, sehr stark verdickt und dunkelbraun gefärbt (vgl. Taf. XVIII. 4. V).

Die Zellen der inneren Schutzscheide zeigen schwarzen Punkt und Wellung ganz in derselben Weise, wie die der äusseren. Sie sind in erwachsenen Rhizomen stets auf allen Wänden etwas verdickt; sehr stark ist diese Verdickung auf den nach innen gewandten Längswänden. Sie füllt hier häufig das halbe Lumen der Zelle aus, geht aber stets nur bis zur inneren Grenze des schwarzen Punktes, der daher stets deutlich bleibt. Die Verdickungslagen zeigen Schichtung und färben sich später braun. Sowohl Verdickung als Braunfärbung tritt an den Ecken des Vielecks zuerst auf und ist daher auch hier stets am stärksten. Die unmittelbar nach innen angrenzenden Zellen des Markes erleiden dieselbe Umwandlung wie die inneren Wände der Schutzscheidenzellen, und so entsteht ein dunkelbraunes Vieleck von der beschriebenen Form, das in dicken Rhizomen schon dem blossen Auge sichtbar ist. Die Querwände sämmtlicher stark verdickter Parenchymzellen zeigen deutliche Poren: auf den Längswänden sind dieselben entweder sehr klein, oder fehlen. Sehr kleine helle Flecke, vermuthlich gleichfalls Poren, beobachtete ich auch auf den Querwänden der inneren Schutzscheidenzellen; doch reichten meine optischen Hülfsmittel nicht hin, um sie mit voller Sicherheit von aufliegenden kleinen Körnern zu unterscheiden.

Fragen wir nun, wie der Uebergang dieser Schutzscheidenform in die äussere Gesammtschutzscheide des Stammes erfolgt, so zeigen in verschiedener Höhe geführte Querschnitte, dass die äussere Schutzscheide des Stammes sich unmittelbar in die gleiche des Rhizoms fortsetzt. Die innere Schutzscheide des letzteren aber verläuft allmählich ins Parenchym des Stammes. Wenn wir sie von unten

herauf verfolgen, so schwinden zunächst die starken Verdickungen; ohne diese finden wir die innere Schutzscheide noch in den untersten grünen Internodien des Stammes und von hier stammt wahrscheinlich der Schnitt Newman's. Dann werden zuerst in den Räumen zwischen den Bündeln die schwarzen Punkte mehr und mehr undeutlich, wobei gleichzeitig die Schutzscheidenzellen aufhören, fest an einander zu schliessen. Auch an den Bündeln vermindert sich darauf die Zahl der deutlichen Punkte immer mehr und so verschwindet die Schutzscheide ganz allmählich im Parenchym, indem auch die Widerstandsfähigkeit der Schwefelsäure gegenüber ganz verloren geht.

Viel complicirtere Verhältnisse bietet der Uebergang zwischen Stamm und Rhizom bei der Gruppe der hyemalia dar, von denen nur scirpoides und variegatum dieselbe Schutzscheidenform im Stamm und Rhizom haben. Ich werde die hier in Betracht kommenden Vorgänge bei E. hyemale näher beschreiben, da ich sie bei dieser Art am genauesten untersuchte.

Das Rhizom unterscheidet sich hier vom Stamm namentlich durch die kleinere Mittellücke und die geringere Entfernung der Leitbündel von einander. Die Schutzscheide umgiebt jedes einzelne Bündel. Ihr Umriss ist, wie der des Leitbündels, radial gestreckt, ihre Zellen ganz wie die Zellen der doppelten Schutzscheide im Stamm, etwas verdickt, aber mit deutlichem schwarzen Punkt. Das gewellte Band beobachtete ich auch hier auf der Querwand. Unter den zwischen den Bündeln liegenden Parenchymzellen zeichnen sich 2 bis 5 Lagen, welche sich gerade an der Stelle befinden, wo im Stamm die doppelte Schutzscheide im Markstrahl auftritt, durch ein wenig stärker verdickte Wände, etwas stärkere tangentiale Streckung und Ausfüllung ihrer Zwischenräume durch Zwischenzellstoff aus. Diese Lagen sind der Ort, an dem alle hier zu behandelnden Umwandlungen sich vollziehen, indem an gewissen Stellen schwarze Punkte auftreten, die in tieferen Internodien des Rhizoms an dieser Stelle durchaus fehlen, so dass in solchen stets nur rein entwickelte Einzelschutzscheiden vorhanden sind (Taf. XIX. Fig. 10).

Die Umwandlung erfolgt auch hier ganz allmählich während der allgemeinen Veränderung von Rhizom in Stamm, innerhalb mehrerer Internodien. Es gehen dabei die einzelnen Einzelschutzscheiden sehr verschieden schnell in andere Formen über, so dass ein Querschnitt oft verschiedene Stadien der Umwandlung darbietet.

Bei mässig starken Stämmen von E. hyemale zeigte erst das-

jenige Internodium, das den deutlich grün gefärbten unmittelbar vorhergeht, den Beginn der Veränderung. Die Einzelschutzscheiden, die bis dahin um jedes Bündel eine radial gestreckte, stumpfe Ellipse bildeten, verändern an der dem Mittelpunkt des Stammes zugewandten Seite ihren Umriss. Diese Seite wird flach, dem Umriss der Mittellücke parallel. Dadurch entstehen rechts und links an der Innenseite des Leitbündels zwei beinahe rechtwinklige Ecken, gebildet von den radial verlaufenden Seiten und dem tangential verlaufenden Innentheile der Schutzscheide (Taf. XIX. Fig. 9 links). Bei fortschreitender Entwickelung treten dann diese Ecken weiter nach den Seiten vor, indem das innere tangentiale Stück sich verlängert und auch die innersten Schutzscheidentheile an den Seiten des Bündels sich seitlich wenden (Taf. XIX. Fig. 9 rechts). Wir haben dann bereits für eine kurze Strecke im Markstrahl zwei parallel laufende Schutzscheiden, die meist durch eine Zelllage getrennt sind und sich an der Spitze der vorgestreckten Ecke vereinigen. Diese Ecken schieben sich nun, parallel dem Umfang der Mittellücke, weiter und weiter in die Markstrahlen hinein. Es ist dabei zu bemerken, dass in den meisten Fällen die beiden Seiten eines Bündels in dieser Beziehung durchaus nicht Schritt halten. Wenn die eine vorgestreckte Ecke das benachbarte Bündel schon beinahe erreicht hat, finden wir oft die entsprechende andere Ecke nur eben rechtwinklig geworden (vgl. Taf. XIX. Fig. 9). Eine Folge davon ist, dass zwar bisweilen zwei vorgeschobene Ecken sich in der Mitte des Markstrahls treffen, dass aber häufiger die Begegnung in der unmittelbaren Nähe eines Bündels geschieht.

Wenn die Berührung stattfindet, so liegen die äussersten Schutzscheidenzellen beider Ecken neben einander; dabei ist aber zunächst jede Einzelschutzscheide noch vollkommen in sich geschlossen, wenn sie auch eine sehr sonderbare Form angenommen hat. An den Berührungsstellen beider Schutzscheiden sind keine schwarzen Punkte sichtbar, noch mit Schwefelsäure nachweisbar.

Die Vereinigung beider Ecken geschieht nun in der Weise, dass dieselben zunächst eine Zelle gemein haben. Diese Zelle besitzt dann nicht, wie dies bisher allein bei Schutzscheidenzellen beobachtet wurde, zwei, sondern vier ganz gleiche schwarze Punkte (Taf. XIX. Fig. 13 bei v. P). Diese vier Punkte, die in jeder Hinsicht den übrigen schwarzen Punkten anderer Schutzscheidenzellen gleich sind, befinden sich auf denjenigen vier Längswänden, mit denen die betreffende Zelle andere Schutzscheidenzellen berührt. Diese Zelle

liegt nämlich natürlich einerseits zwischen zwei Zellen der einen, andererseits zwischen zwei Zellen der anderen Einzelschutzscheide. Denkt man sich die vier Punkte der „vierpunktigen Schutzscheidenzelle", wie ich diese meines Wissens bisher unbekannte Modification nennen will, durch die Seiten eines Vierecks verbunden, so kann man mit gleichem Rechte zwei Einzelschutzscheiden annehmen, die eine Zelle gemein haben: man benutzt dann die radial verlaufenden Seiten des Vierecks, oder bereits eine doppelte Gesammtschutzscheide, deren innerer und äusserer Theil eine Zelle gemein haben: dann zieht man die tangentialen Seiten des Vierecks. Man kann sich die Sache auch leicht so vergegenwärtigen, dass man sich in der vierpunktigen Zelle eine Scheidewand auftreten denkt: läuft diese radial, so haben wir Einzel-, läuft sie tangential, Gesammtschutzscheiden; beide dann ganz normal. Diese letzte Vorstellungsweise dürfte wohl auch dem wirklichen Vorgang nahe kommen. Wir brauchen nur zu denken, dass über zwei zweipunktigen Zellen eine Zelle liegt, die etwa so gross ist, wie jene beiden zusammen, und dann anzunehmen, dass die gewellten Bänder der unteren Zellen sich auf die Längswände der oberen Zelle fortsetzen, um eine Vorstellung von der Entstehung einer vierpunktigen Zelle zu erhalten. Wenn dann über der letzteren wieder zwei Zellen neben einander liegen, deren Längsscheidewand sich mit der der unteren beiden Zellen rechtwinklig kreuzt, und wenn dann die Bänder sich wieder auf die Längswand fortsetzen, so hat die Richtung der Schutzscheide umgesetzt, und die sich berührenden Einzelschutzscheiden sind in eine doppelte Gesammtschutzscheide übergegangen.

Die vierpunktigen Zellen sind in den betreffenden Internodien bei E. hyemale ungemein häufig, und es folgen deren bisweilen mehrere in senkrechter Richtung auf einander, wie denn überhaupt die Veränderungen sich hier in langen Strecken vollziehen, so dass vorgestreckte Spitzen oft durch mehrere Millimeter des Stammes hindurch ihre Form behalten. Aus diesem Grunde ist es auch schwer, den Uebergang einer vierpunktigen Zelle in zwei zweipunktige direct zu beobachten.

Seltener beobachtet man eine andere Form des Ueberganges, die durch zwei dreipunktige Schutzscheidenzellen (Taf. XIX. Fig. 11). Ich fand dieselben stets radial hinter einander liegend: sie haben einen schwarzen Punkt gemein und ausserdem je zwei schwarze Punkte auf ihren Berührungsflächen mit je zwei rechts und links gelegenen Schutzscheidenzellen: die schwarzen Punkte beider liegen

demnach im Quincunx. Wir können hier zwei Einzelschutzscheiden annehmen, die zwei Zellen gemein haben: wir denken uns dann die Verbindung hergestellt durch die 4 gegen den mittelsten Punkt radialen Verbindungslinien zwischen den 5 Punkten; oder besser denken wir uns Gesammtschutzscheiden, die sich mit je einer Zelle berühren und auf der Berührungsfläche einen gemeinsamen, aber für ihren eigenen Abschluss nicht in Betracht kommenden schwarzen Punkt besitzen.

So wie dieser schwarze Punkt verschwindet, ist die Umwandlung beendet; zwar berühren sich die in dem betreffenden Markstrahl gebildeten zwei Gesammtschutzscheiden noch; doch auch dies hört bald auf und wir sind zur Form des Stammes gelangt.

Wir haben aber bisher nur diejenigen Uebergänge betrachtet, die einzig und allein auf der Thätigkeit der beiden vorgestreckten Spitzen beruhen, während das dazwischenliegende Gewebe selbstthätig nicht eingreift. Dies letztere ist jedoch häufig der Fall: es bilden sich in diesem Gewebe Schutzscheidenzellen aus, die seitlich in keiner Weise mit den Schutzscheiden der Bündel zusammenhängen, die unter Umständen sogar ganz selbstständige, stets aber im Querschnitt in sich geschlossene Schutzscheiden bilden.

In beiden Fällen sieht man auf dem Querschnitte in dem zwischen den Bündeln liegenden, vorher näher beschriebenen Gewebe, in sich geschlossene, kleine Schutzscheiden auftreten, die Zellen jenes Gewebes umschliessen, welche sich in nichts von den übrigen unterscheiden (Taf. XIX. Fig. 12 ZS). Ich will diese Gebilde, die sich von allen bekannten Formen der Schutzscheide wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie keine Leitbündel, sondern Parenchymzellen umschliessen und auch sonst die Bündel nicht berühren, als „Zwischenschutzscheiden" bezeichnen, da sie bisher nur zwischen den Bündeln beobachtet wurden. Diese Zwischenschutzscheiden bestehen in den meisten Fällen aus 5 bis 9 Zellen, die auf ihren an einander stossenden Seitenwänden den schwarzen Punkt, der auch hier durch Wellung hervorgebracht wird, mit voller Deutlichkeit zeigen. Diese Zellen sind auch in jeder anderen Beziehung durchaus mit den übrigen Schutzscheidenzellen zu identificiren. Selbst das braune, aus Inhalt bestehende Band beobachtete ich auch hier (Taf. XIX. Fig. 12 links). Die Zwischenschutzscheiden umschliessen meist eine bis drei Zellen der oben erwähnten Zellschicht, welche von Schwefelsäure leicht zerstört werden und keine schwarzen Punkte zeigen. Sehr selten liegen mehr Zellen innerhalb einer Zwischenschutzscheide, die

dann auch selbst viel mehr Zellen hat: einmal beobachtete ich eine solche Zwischenschutzscheide, die fast die Breite des ganzen Markstrahls einnahm. In einem Falle sah ich auch, dass eine Zwischenschutzscheide zwei Parenchymzellen in der Weise umschloss, dass die äussere und innere Seite der Schutzscheide sich in der Mitte berührten, dass mithin die beiden umschlossenen Zellen seitlich vollkommen von einander getrennt waren.

Das Vorkommen der Zwischenschutzscheiden selbst ist an keine Regel gebunden. In demselben Querschnitt fehlen sie einigen Markstrahlen, während sie zwischen anderen Bündeln vorkommen und zwar meist einzeln. Selten sind zwei, sehr selten drei in einem Markstrahl vorhanden. Auch ihre Entfernung von den Schutzscheiden der Bündel ist verschieden: sie liegen eine oder zwei Zellen von einer Bündelschutzscheide oder einer anderen Zwischenschutzscheide entfernt, oder sie berühren eine von beiden unmittelbar. Sie modificiren aber natürlich auch die Formen des Uebergangs der Einzelschutzscheiden in doppelte Gesammtschutzscheiden sehr. Sie treten sowohl unter einander, als mit den vorgestreckten Spitzen durch vierpunktige Zellen in Verbindung (Taf. XIX. Fig. 13) und helfen so den Zusammenhang zweier Einzelschutzscheiden bewerkstelligen. Gleichzeitig können wir hieraus mit Sicherheit auf ihre Identität mit den anderen Schutzscheidenformen schliessen.

Schliesslich findet man sowohl in den Markstrahlen mit, als in denen ohne Zwischenschutzscheiden normale doppelte Gesammtschutzscheiden ausgebildet.

Wir haben nun noch die Frage zu beantworten: Was sind diese Zwischenschutzscheiden? Wie hat man sich ihre Form im Ganzen vorzustellen? Dünne Längsschnitte geben hier keine Sicherheit, da man stets fürchten muss, wichtige Verbindungen durchschnitten zu haben. Ich wandte daher zwei andere, sicherere Methoden an. Einerseits untersuchte ich die Sache durch das mühsame, aber zuverlässige Verfahren der successiven Querschnitte, andererseits benutzte ich Längsschnitte, die in folgender Weise hergestellt wurden. Von geeigneten Längsstreifen des Stammes, in denen ich Zwischenschutzscheiden erwarten durfte, trennte ich durch einen in richtiger Entfernung vom äusseren Umriss geführten tangentialen Längsschnitt die Rinde und den äussersten Theil der Bündel ab. Die übrigbleibende, ziemlich dicke Gewebsmasse, in der demnach nichts verletzt war, behandelte ich dann mit genügend starker Schwefelsäure. Die Schutzscheidenzellen wurden dabei auf Gerüste reducirt, welche aus

den verholzten, — oder verkorkten, — gewellten Bändern ihrer Wände bestanden und in sich zusammenhingen, also die Form der Zelle deutlich zeigten; das übrige Gewebe wird aber durch die Säure so durchsichtig, dass man die Gerüste der Schutzscheidenzellen deutlich wahrnehmen kann. Diese Gerüste sind namentlich an ihren stark gewellten Umrissen augenblicklich kenntlich (Taf. XX. Fig. 16 rechts).

Durch beide Mittel überzeugte ich mich zunächst, dass die Längenausdehnung der Zwischenschutzscheiden eine sehr verschiedene ist, dass dieselben sich bisweilen durch mehrere Millimeter lange Strecken verfolgen lassen und dass auch im Allgemeinen ihre Länge viel bedeutender ist, als ihre Breite. Sie stellen demnach Röhren dar, welche parallel der Axe des Stammes verlaufen, und deren Wände aus Schutzscheidenzellen bestehen, während ihre Höhlung von Parenchymzellen eingenommen wird. Diese Röhren sind nun theils an ihrem oberen oder unteren Ende mit der Schutzscheide des Stammes in unmittelbarer Verbindung, theils sind sie allseitig und vollkommen frei. Beide Fälle sind etwa gleich häufig und auch in einem Markstrahl gleichzeitig zu finden.

Im ersteren Falle (Taf. XX. Fig. 16) stellen die Zwischenschutzscheiden Aussackungen der Stammschutzscheide dar, und zwar stehen sie dann entweder mit ihrem unteren Ende mit einer Einzelschutzscheide im Zusammenhang und verlaufen dieser parallel nach oben (wie in dem dargestellten Falle), oder sie sind von oben nach unten gerichtet, herabhängende Aussackungen der zur Vereinigung vorgeschobenen Spitzen. Dabei gehen stets die Zellen der Zwischenschutzscheide unmittelbar in die der Stammschutzscheide über, die ihnen in jeder Beziehung vollkommen gleich sind. Auch beobachtet man bisweilen, dass eine breite Aussackung sich in einiger Entfernung von ihrem Ansatzpunkte gabelt, was sich wiederholen kann, so dass ich bis 4 Endigungen an einer Aussackung gefunden habe. Ueber diese Enden, die sehr eigenthümlich sind, werde ich später sprechen.

Die zweite und noch interessantere Form der Zwischenschutzscheiden ist allseitig frei: sie hängt nirgend mit den Zellen der Stammschutzscheide zusammen, sondern liegt als eine freie, aus Schutzscheidenzellen gebildete, oben und unten bestimmt begrenzte Röhre in der oben erwähnten Schicht des Markstrahles (Taf. XX Fig. 15). Meistens ist sie in ihrer ganzen Länge ziemlich gleich breit; doch kommen auch solche vor, die an einem Ende eine Gabe-

lang zeigen und demnach 3 Enden besitzen. Die Länge ist oft recht beträchtlich, in denselben Grenzen, als bei den nicht freien Zwischenschutzscheiden, mit welchen die freien auch in der Form der Zellen vollkommen übereinstimmen. Ein deutlicher Beweis ihrer Identität liegt darin, dass freie und nicht freie Formen in gleicher, eigenthümlicher Weise an ihren Enden begrenzt sind; über diese Begrenzung habe ich nun noch zu sprechen.

Wenn man nach der oben angegebenen Methode gewonnene, geätzte Gewebstücke betrachtet, so findet man, dass die Zwischenschutzscheiden, welche als wohl zusammenhängende, aus den Gerüsten der Schutzscheidenzellen bestehende Röhren erscheinen, plötzlich enden, so dass ein bestimmt begrenztes Ende vorhanden ist. Es erscheint dasselbe als eine gerade oder geneigte Abstutzung der Röhre. Da die Schutzscheidenzellen, und mithin auch die Gerüste, nahezu in senkrechten Reihen liegen, so ist der Durchschnitt der Röhre ein Vieleck, dessen Seitenzahl gleich der Zahl der die Innenzellen einschliessenden senkrechten Schutzscheidenzellreihen ist. Dieses, mehr oder weniger gegen die Axe der Röhre geneigte Vieleck ist nun am Ende der Zwischenschutzscheide stets von den letzten Querwänden der Gerüste begrenzt, die demnach nahezu in einer Ebene, der des Vielecks, liegen. Diese äussersten Querwände sind dabei etwas dicker als die übrigen und namentlich an ihren Berührungsstellen, in den Ecken des Vielecks, finden sich förmliche Knoten von der der Schwefelsäure widerstehenden Substanz (Taf. XX, Fig. 15).

So ist das Aussehen dieser Enden nach Behandlung mit Schwefelsäure. Ueber den Zellenbau, der diesem Gerüst zu Grunde liegt, kann diese Methode nicht entscheiden, da die Schwefelsäure zu sehr zerstörend eingreift. Da nun ohne deren Anwendung Längsschnitte nichts deutlich erkennen lassen, so ist man hier allein auf successive Querschnitte angewiesen.

Mittelst dieser Methode überzeugte ich mich zunächst, dass die die Innenzellen umgebenden Zellen der Zwischenschutzscheide nicht etwa am Ende derselben sich einander zuneigen und so den Schluss der Röhre bilden. Dieselben bleiben vielmehr der Axe durchaus parallel, und demgemäss spitzt sich auch die Reihe der Innenzellen nicht zu, sondern behält ihre Weite unverändert. Die Beobachtung zeigte nun Folgendes: Macht man gegen das Ende einer Zwischenschutzscheide Querschnitte, so sieht man plötzlich die schwarzen Punkte, welche kurz vorher stets in der unmittelbaren Nähe

der Innenzelle stehen, verschwinden. Statt dessen bemerkt man an der Grenze zwischen der Innen- und den sie umgebenden Schutzscheidenzellen ein Vieleck mit nach aussen concaven, ziemlich gleichmässig dicken Seiten und spitzen, in der Substanz bedeutend dickeren Ecken, welche sich zwischen die Schutzscheidenzellen drängen (Taf. XIX. Fig. 14 P). Dies Vieleck zeichnet sich durch gelbliche Farbe und stärkeren Glanz vor den übrigen Zellwänden aus: es tritt bei Behandlung mit Schwefelsäure deutlich hervor, indem es derselben widersteht, während alles Uebrige zerstört wird. Schon ein unmittelbar darnach geführter Schnitt zeigt weder Polygon, noch schwarze Punkte, sondern wir finden die Innenzelle sowohl, als die sie umgebenden in derselben allgemeinen Form, wie früher, aber ohne irgend welche besondere Eigenschaften. Die Zwischenschutzscheide ist verschwunden.

Fragen wir nun, wie diese Erscheinungen sich mit den oben mitgetheilten Beobachtungen an geätzten Stücken vereinigen lassen, so leuchtet sofort ein, dass die in beiden Fällen beschriebenen Vielecke ein und dasselbe sind. Wir sahen es nur dort von der Kante (Taf. XX. Fig. 15), senkrecht gegen die Axe der Zwischenschutzscheide, hier von der Fläche (Taf. XIX. Fig. 14), parallel jener Axe. Auch das allgemeine Aeussere beider Vielecke entspricht dieser Annahme vollkommen. Es bleibt aber die weitere Frage zu beantworten, wie dies Vieleck aufzufassen sei. Es zeigt nach Behandlung mit Schwefelsäure genau die Farbe, den Glanz und die Widerstandsfähigkeit, welche die Zellgerüste der Schutzscheidenzellen auszeichnen, mit welchen es auch in unmittelbarem Zusammenhange steht. Dazu kommt, dass im Querschnitt die Ecken des Vielecks gerade an die Stelle der schwarzen Punkte treten, denen jene Gerüste auch entsprechen. Nach alledem glaube ich dies Vieleck als jenen Zellgerüsten gleichwerthig betrachten zu müssen. Wenn dies richtig ist, woran ich kaum zweifle, so ist auch folgender Schluss erlaubt: Jede Seite der Gerüste liegt stets auf der Grenze zweier Schutzscheidenzellen; daher muss auch jede Seite des Vielecks zwischen zwei Schutzscheidenzellen liegen. Daraus folgt, dass auch diejenige Innenzelle, an deren äusserem Umfang das Vieleck erscheint, als Schutzscheidenzelle aufzufassen ist. Dieselbe unterscheidet sich dann von den übrigen Schutzscheidenzellen nur dadurch, dass die von Schwefelsäure nicht zerstörbaren Bänder bei diesen ein senkrecht stehendes, rechteckiges oder trapezoidisches Viereck, bei jener ein wagrechtes Vieleck bilden. Dem entspricht, dass die gewöhnlichen Schutz-



scheidenzellen an zwei Seiten und dann oben und unten mit anderen Schutzscheidenzellen in Berührung stehen, während die zuletzt beschriebene Form, die ich „Schutzscheidenendzelle“ nennen möchte, ringsum in wagrechter Ebene von mehreren Schutzscheidenzellen umgeben wird, während ihr oberes und unteres Ende sich an keine anderen Schutzscheidenzellen, sondern an Parenchym anschliesst.

Ich glaube, dass diese Auffassung diesen eigenthümlichen Zellen am einfachsten einen Platz im Formenkreise der Schutzscheide anweist, doch halte ich meine Ansicht selbst nicht für unwiderleglich erwiesen. Ist sie, wie ich glaube, richtig, so sind die Zwischenschutzscheiden als an den Enden durch Schutzscheidenzellen geschlossen zu betrachten.

Nur bisweilen habe ich in der Horizontalebene des Vielecks Querwände der es umgebenden Zellen beobachtet. Diese Zellen setzen sich demnach, sowohl Schutzscheidenzellen im engeren Sinne, als Innenzelle, in den meisten Fällen noch jenseits des Vielecks fort und werden erst in einiger Entfernung davon durch eine Querwand geschlossen. Das Vieleck umzieht daher meist wie ein Gürtel die Mitte der Innenzelle und bei den umliegenden Zellen gehen die gewellten Bänder nicht bis zum Zellenende, sondern treten irgendwo an die inneren Kanten der Schutzscheidenzellen, um dort durch das Vieleck verbunden zu werden.

Eigenthümlich ist noch der Umstand, dass die einander gerade benachbarten Gerüsttheile zweier nahe an einander liegenden Zwischenschutzscheiden oder einer solchen und einer Einzelschutzscheide, nicht so solid und nicht so deutlich gewellt zu sein pflegen, als die übrigen Gerüsttheile. Auch beobachtet man an solchen sich gerade gegenüberliegenden Gerüsttheilen (s, Taf. XX. Fig. 16) bisweilen in der Wand der Gerüste Anschwellungen, die einander entsprechen, sich aber sonst nicht besonders auszeichnen. Vielleicht sind dies Uebergänge der dazwischen liegenden Zellen in Schutzscheidenzellen, doch bin ich hierüber ohne Untersuchung der Entwicklungsgeschichte nicht zu voller Klarheit gekommen.

Jedenfalls sind die eben beschriebenen Zwischenschutzscheiden höchst auffallende Bildungen, auf deren Bedeutung für die Theorie der Schutzscheide ich noch später zurückkomme. Ausser bei E. hyemale und hyemale β Schleicheri beobachtete ich sie noch bei E. ramosissimum, das auch sonst ganz ähnliche Uebergänge von der Einzel- zur Gesammtschutzscheide zeigt. Bei E. trachyodon, von

dem letzteres gleichfalls gilt, sah ich sie nicht, doch mag der Grund davon mehr darin liegen, dass mir nur dünne Stämme mit geringer Entfernung der Leitbündel zu Gebote standen. Wahrscheinlich kommen sie auch hier vor. Ausser bei Equisetum wurden sie wohl noch nicht beobachtet.

C. Internodium der Aeste.

Wie zu erwarten, zeigen die Aeste der behandelten Equisetaceen auch in Bezug auf die Schutzscheide die Structur der Axe, von welcher sie entspringen. Es ist daher, da auch die Form der Schutzscheide, ausser den durch die geringere Zahl der Leitbündel hervorgebrachten Veränderungen, nichts Besonderes zeigt, hier wenig anzuführen. Nur die untersten Internodien der Aeste zeigen bisweilen sehr eigenthümliche Verhältnisse; da diese aber auf das engste mit dem Bau des Knotens zusammenhängen, so ziehe ich vor, diese Verhältnisse bei Gelegenheit der Beschreibung des Knotens zu behandeln, worauf ich hiermit verweise.

D. Knolle.

Unter den hier zu behandelnden Arten besitzen nach den bisherigen Erfahrungen nur E. arvense, Telmateja, silvaticum, palustre, litorale, limosum und hyemale Knollen (nach Milde, Höhere Sporenpflanzen Deutschlands und der Schweiz 1865). Ich habe hiervon nur die Knollen von E. arvense, palustre und silvaticum untersuchen können.

Ich will hier beiläufig bemerken, dass diese „Knollen" nach der Definition dieses Begriffes durch Schleiden (Grundzüge IV. Aufl. 409—412) richtiger als „Scheinknollen" zu bezeichnen sind, da sie nur ein angeschwollenes Internodium, nicht eine aus mehreren Internodien bestehende, angeschwollene Axe darstellen.

Obwohl es wohl zweifellos ist, dass diese Scheinknollen eben nur Internodien gleichwerthig denen des Rhizoms, aber mit bauchigem Marke darstellen (was ja auch dadurch bewiesen wird, dass die Endknospe der Scheinknollen zum Rhizom auswachsen kann und dass die sonst nicht zur Entwicklung gelangenden Seitenknospen und Wurzeln unter der die Scheinknolle krönenden Scheide unter günstigen Verhältnissen austreiben können, wie Milde und Duval-Jouve beobachteten), so zeigen die Scheinknollen doch in Bezug auf die Schutzscheide nicht die Structur der Rhizome, denen sie ansitzen, zeigen diese nur eine einfache äussere Gesammtschutzscheide be-

sitzen, wie E. palustre und arvense, oder eine doppelte, wie E. silvaticum. Bei allen drei Arten zeigen die Scheinknollen vielmehr um jedes Leitbündel eine Einzelschutzscheide, die in allem Wesentlichen mit der im Stamm von E. limosum vorkommenden übereinstimmt.

Die Leitbündel liegen in den Scheinknollen dem äusseren Umriss derselben viel näher, als dem Centrum. Sie beschreiben jedes etwa eine Curve parallel dem Längsdurchschnitt der Scheinknollen: bei E. arvense und silvaticum, wo die letzteren wenig länger, als breit sind, also ziemlich einen Halbkreis, bei den langelliptischen Scheinknollen von E. palustre nur eine flache Krümmung. Der Umriss der Leitbündel, und mithin auch der sie umschliessenden Einzelschutzscheide im Querschnitt variirt vom kreisförmigen bis zum tangential gestreckten und andererseits bis zu einer stark radial gestreckten ei- oder birnförmigen Gestalt. Die letztere Form kommt namentlich bei E. palustre vor, und zwar zeigt hier ein Querschnitt durch die Mitte der Scheinknolle ein fast kreisförmiges Bündel, ein weiter nach oben und unten, jedoch senkrecht auf den Verlauf des Bündels geführter Schnitt die ei- oder birnförmigen Umrisse des Leitbündels. Das schmälere Ende ist dabei stets dem Mittelpunkt der Scheinknolle zugewandt.

Die Schutzscheide giebt genau den Umriss des Bündels wieder. Ihre Zellen sind dünnwandiger als im Stamm, auch zum Theil etwas grösser, bis zu 0,0762 ^{mm} Breite (tangential) und 0,0563 ^{mm} Tiefe (radial zum Mittelpunkt des Bündels); namentlich sind sie aber kürzer, oft nur doppelt so lang, als breit. Im Uebrigen aber besitzen sie alle Eigenschaften echter Schutzscheidenzellen; wegen der Kürze der Zellen beobachtet man hier das gewellte Band der Querwand besonders häufig im Querschnitt. Wenn ein bestimmter Unterschied in der Grösse der Zellen vorhanden ist, so liegen die kleinsten an der äussersten Seite des Bündels, nach innen zu werden sie grösser.

Der Umstand, dass in den Scheinknollen statt der Gesammtschutzscheide des Rhizoms Einzelschutzscheiden vorhanden sind, erklärt die richtige Angabe Duval-Jouve's, dass die Scheinknollen sich nicht in zwei Cylinder theilen lassen. Die Sache verhält sich wie beim Stamm von E. limosum (vgl. S. 312).

E. Wurzel.

Die Wurzeln der von mir untersuchten deutschen Equisetaceen zeigen einen sehr übereinstimmenden Bau. Zu äusserst liegt eine Schicht nur wenig verdickter, brauner Zellen, die bisweilen in Wurzel-

haare ausgewachsen sind und leicht zerreissen. Dann folgen, je nach der Dicke der Wurzel, eine bis mehrere Lagen stark verdickter, poröser, dunkelbrauner Zellen, die den Rindenzellen der Rhizome sehr ähnlich sind. Nach innen gehen dieselben allmählich in ein in der Form ähnliches, aber helleres und dünnwandigeres Gewebe über. Dann folgt eine Schicht grösserer, rundlicher Zellen, die seitlich nicht an einander schliessen, sondern durch grosse Zwischenzellräume (Taf. XX. Fig. 18 J) von einander getrennt sind. Mit diesen Zellen in radialem Verbande liegen dann die Schutzscheidenzellen (S), welche meist etwa doppelt so breit, als tief und auf ihren äusseren Wänden etwas verdickt sind: sie zeigen deutliche schwarze Punkte. Mit einer jeden Schutzscheidenzelle liegt aber dann nach innen noch eine Zelle (v) im genauesten radialen Verbande, so dass man kaum zweifeln kann, dass beide Zellen durch eine tangentiale Theilung entstanden sind. Einmal sah ich auch eine der inneren Zellen (v) noch durch eine radiale Längswand getheilt; zwischen ihnen und den Schutzscheidenzellen pflegen kleine viereckige Zwischenzellräume vorhanden zu sein. Innerhalb der beschriebenen Zellkreise liegt dann ein kleinzelliges Gewebe, das einige verschiedenartig verdickte Leitzellen einschliesst.

Im Längsschnitt zeigen die Schutzscheidenzellen Wellung u. s. w. wie im Stamm; sie sind nur etwas kürzer als dort, etwa durchschnittlich 4mal so lang als breit. Auch im Längsschnitt liegen dieselben in genauem radialem Verbande mit den vor ihnen liegenden, mit v bezeichneten Zellen, so dass ihre Querwände fast stets in eine Ebene fallen.

Bei älteren Wurzeln kommt es häufig vor, wie schon Duval-Jouve beobachtete, dass nur Rinde und Mittelstrang erhalten sind. Letzterer ist von der unverletzten Schutzscheide umschlossen, deren äussere Längswände dann meist etwas gebräunt sind.

F. Scheide.

In jedem Zahn der Scheiden der untersuchten Arten verläuft ein dünnes Leitbündel; dasselbe ist stets von einer kleinen, meist tangential gestreckten Schutzscheide umgeben, die, wie ich später zeigen werde, in unmittelbarem Zusammenhange mit der des Stammes steht. Ihre Zellen zeigen nichts Besonderes; nur enthalten sie besonders häufig Chlorophyll, das auch hier in dem braunen Bande beobachtet wurde.

G. Knoten.

Nachdem ich bisher die Formen der Schutzscheide in den verschiedenen Internodien, den Scheiden und Wurzeln behandelt habe, bleibt mir noch die Darstellung derjenigen Verhältnisse übrig, welche die Schutzscheide in den Knoten darbietet. Da in diesen letzteren sowohl die Internodien unter einander zusammenhängen, als auch Scheiden, Aeste und Wurzeln entspringen, so wird an dieser Stelle auch anzugeben sein, in welchem Zusammenhange die Schutzscheiden dieser Theile mit der des Stammes stehen.

Bevor ich aber näher auf das Verhalten der verschiedenen Schutzscheidenformen im Knoten übergehe, ist es nothwendig zu zeigen, in welcher Beziehung die Leitbündel zweier auf einander folgender Internodien in dem dieselben verbindenden Knoten zu einander stehen, und wie dabei Leitbündel in Aeste, Scheiden und Wurzeln abgehen. Erst nach Aufklärung dieser Verhältnisse wird es möglich sein zu zeigen, in welcher Weise die Schutzscheide an allen diesen Veränderungen Theil nimmt.

Das Wesentlichste über den Verlauf der Leitbündel in den Knoten der Equisetaceen gab bereits 1846 Nägeli. Während Bischoff nur sagt (Cryptogamische Gewächse I. S. 38), dass die vereinzelten Gefässkreise sich in den Gelenken gleichsam zu einem geschlossenen Ringe verbinden, giebt Nägeli (Zeitschrift f. wissenschaftl. Botanik IV. 143) Folgendes an: „Jedes Gefässbündel spaltet sich an seiner Basis in zwei Schenkel, welche sich an je zwei Gefässbündel des unteren Internodiums ansetzen, da, wo dieselben sich auswärts biegen, um durch die Rinde in ein Blatt überzugehen. Die Aeste setzen sich ebenfalls mit zwei Schenkeln an je zwei Gefässbündel des Stammes fest. Das ganze Verhalten der Gefässbündel im Knoten ist also folgendes: jedes Gefässbündel des Internodiums biegt sich nach aussen und tritt in ein Blatt ein. Seitlich an jedes Gefässbündel setzen sich an dieser Stelle an: 1) mehr nach innen zwei Schenkel von je zwei benachbarten Gefässbündeln des folgenden Internodiums; 2) mehr nach aussen zwei Schenkel von zwei benachbarten Aesten.“

Die Darstellung Duval-Jouve's (Hist. nat. p. 48) stimmt im Allgemeinen mit der von Nägeli überein. Nur hebt Duval-Jouve noch besonders hervor, dass dadurch, dass ein jedes Bündel sich beim Uebergange ins folgende Internodium in eine rechte und linke Hälfte zerlege, eine Alternation in der Weise eintrete, dass derje-

nige der beiden Stränge gefässähnlicher Zellen, der in einem Bündel links von der Kantenlücke liege, sich im folgenden rechts davon befinde. Duval-Jouve fasst auch die Sache überhaupt in sofern anders als Nägeli auf, als er annimmt, das Bündel eines Internodiums setze sich als solches nicht ins Blatt, sondern getheilt ins nächste Internodium fort, während der ins Blatt gehende Strang nur eine Abzweigung sei. Wenn diese Annahme auch vielleicht noch nicht ganz bewiesen ist, so erlaubt sie doch eine anschaulichere Schilderung der Sache, und ich werde daher hier, wo möglichste Anschaulichkeit wegen der verwickelten Verhältnisse, die die Schutzscheide bietet, nothwendig ist, der Auffassung von Duval-Jouve folgen, ohne sie damit für die ohne Zweifel richtige erklären zu wollen.

Ferner giebt Duval-Jouve an, die Leitbündel verwandelten sich im Knoten in kurze, gefässähnliche Zellen. Er fand auch, dass das Bündel der Wurzel mit der des Astes in unmittelbarem Zusammenhange stehe.

Man kann sich leicht ein zusammenhängendes Bild des Verlaufs der Leitbündel im Knoten verschaffen in folgender Weise: Man durchschneidet einen dickeren Equisetum-Stamm ein Stück über und unter dem Knoten und schlitzt das so gewonnene, den Knoten enthaltende Stammstück einseitig der Länge nach auf. Dann breitet man den erhaltenen Cylinder in eine Ebene aus, wobei die Scheidewand zwischen beiden Internodien entfernt wird, und führt parallel jener Ebene Schnitte. So erhält man, sehr leicht namentlich bei E. limosum, das sich wegen seiner grossen Mittellücke und des verhältnissmässig bedeutenden Abstandes der Leitbündel besonders dazu eignet, Präparate, welche die Sache deutlich zeigen.

Man sieht so aufs beste (Taf. XX. Fig. 23), wie jedes Leitbündel des tieferen Internodiums sich ein Stück unter dem sogenannten Diaphragma gabelt, nachdem es sich vorher unter Umwandlung in kurze, gefässähnliche Zellen verbreitert hat, und wie dann, immer noch unterhalb des Diaphragma's, zwei Gabeläste benachbarter Bündel sich zur Bildung des Leitbündels für das folgende Internodium vereinigen. Dicht unter dem Diaphragma verläuft demnach gewissermaassen ein aus jenen kurzen, gefässähnlichen Zellen bestehendes Zickzackband, mit spitzeren oder stumpferen Winkeln, das aus seinen oberen Winkelpunkten nach oben, aus seinen unteren nach unten Leitbündel aussendet.

Am Grunde der nach oben geöffneten Winkel des Zickzackbandes,



also da, wo das von unten kommende Bündel sich gabelt, entspringt das für die Scheide bestimmte, viel dünnere Bündel. Dagegen sieht man, wenn der untersuchte Knoten Aeste besass, unter den Spitzen des nach unten geöffneten Winkel des Zickzackbandes, d. h. unter der Stelle, wo sich zwei Leitbündeläste zur Bildung eines neuen Bündels vereinigen, den Durchschnitt des in den Ast — und zugleich zur Wurzel — abgehenden Bündels.

Untersucht man diese Verhältnisse auf radialen Längsschnitten, so muss man zwei Gruppen solcher Schnitte unterscheiden: solche durch die Verticalebene eines unteren und solche durch die Verticalebene eines oberen Bündels.

Die ersteren Schnitte zeigen, wie das von unten kommende Leitbündel sich nach oben nicht fortsetzt, sondern mit einem, das Bündel selbst an Dicke etwas übertreffenden abgerundeten Kolben endet. In der Mitte desselben liegen jene gefässähnlichen Zellen, umgeben von den übrigen Geweben des Bündels. Vom Grunde (oder etwas über demselben) des Kolbens und gleichzeitig jener gefässähnlichen Zellmasse entspringt das für die Scheide bestimmte Bündel und geht sanft ansteigend in einen Scheidenzahn über (Taf. XX. Fig. 19 rechts, 21, 22 rechts).

Auf den Schnitten der zweiten Gruppe sehen wir dagegen, in Abwesenheit von Aesten, das von oben kommende Bündel sich nach unten nicht fortsetzen, sondern unter dem Diaphragma mit einer kolbigen Anschwellung enden. Ist hingegen ein Ast vorhanden, so schliessen sich die Leitbündel desselben unmittelbar unten an diese Anschwellung an. Der nähere Sachverhalt ist hierbei so: Die beiden, von zwei benachbarten Bündeln zur Bildung der Leitbündel für den Ast abgehenden Leitbündel wenden sich, indem sie gegen einander vorrücken, nach aussen. Dann legen sie sich in der Weise an einander, dass eine Röhre entsteht, deren Wände von den Leitzellen gebildet werden, deren Inneres aber von Parenchym erfüllt ist. Diese Röhre setzt sich, in ihrer Wand vollkommen geschlossen, unten und oben aber offen, in den Ast ein Stück weit fort: sie enthält die sämmtlichen vereinigten Leitbündel desselben. Die untere Oeffnung dieser Röhre, die dem Mark des Stammes zugewandt ist, ist aber stets, weil die oberen Ränder der einander entgegenkommenden Leitstränge sich früher treffen, als die unteren, in der Weise schief abgestutzt, dass ihr oberer, mit dem Bündel des nächstoberen Internodiums im Zusammenhange stehender Rand weiter nach innen liegt, als der untere, vollkommen freie Rand, wie dies Taf. XX.

Fig. 19, 20, 22 zeigen. Die untere Röhrenöffnung bildet demnach etwa eine Ellipse, die gegen die Axe des Stammes um einen, von unten gerechnet, spitzen Winkel geneigt ist; ihr oberster Punkt liegt in dem Winkelpunkt eines nach unten offenen Winkels des Zickzackbandes, ihre Seiten zwischen den Schenkeln dieses Winkels, ihr unterer Rand ist frei.

Diese Röhre setzt sich nun, schief nach aussen aufsteigend, in den Ast fort bis zu dem Punkt, wo derselbe den Stamm verlässt, d. h. bis in die Ebene des Ansatzes der grundständigen Scheide, der Asthülle oder Ochreola nach Milde. Hier theilt sich die Röhre an ihrem oberen Rande in die Leitbündel des Astes. Das Mark desselben steht demnach durch die Höhlung der Röhre in unmittelbarer Verbindung mit dem Marke des Stammes, während andererseits auch die Rinde beider Axen im Zusammenhange ist. Die eben durch Theilung der Röhre entstandenen Leitbündel zeigen zunächst noch eine zusammenhängende, halbmondförmige Gruppe gefässähnlicher Zellen in ihrer Mitte; erst etwas höher theilt sich diese Gruppe in zwei Stränge und gleichzeitig treten die Kantenlücken auf.

Von der Unterseite der Röhre zweigt sich dann noch etwas über ihrer Mitte ein dünnes Leitbündel ab, das in die Wurzel geht (w).

Da ich hier gezwungen bin, auf die Verhältnisse im Knoten näher einzugehen, so möchte ich noch einige Worte über eine morphologische Frage einschalten. Milde hat (Botan. Zeitung 1865, S. 382) die „Asthülle" (ochreola) als Deckblatt des Astes angesprochen, hauptsächlich weil sie kein Internodium unter sich habe und in ihren äusseren Eigenschaften von den übrigen Astscheiden sehr verschieden sei. Nun hat aber Duval-Jouve nachgewiesen (Hist. naturelle S. 67), dass diese Asthülle sich an dem jungen Aste in derselben Weise bilde, wie später die übrigen Astscheiden, nämlich durch Theilung eines Zellenringes durch eine nach innen gegen die Axe des Astes geneigte Querwand. Die oberen Tochterzellen entwickeln sich zur Asthülle, die unteren bilden nach der Analogie der Entwicklung das dazu gehörige Internodium; dasselbe bleibt nur sehr kurz, da diese Zellen sich nach Duval-Jouve nur wenig theilen, während in den übrigen Fällen aus der Theilung eben dieser Zellen das ganze lange Internodium, mit Ausnahme des Marks, hervorgeht (nach Hofmeister, Sanio und Duval-Jouve). Dass aber die äussere Verschiedenheit kein entscheidendes Merkmal ist, geht wohl daraus hervor, dass so häufig die ersten Blätter einer Knospe sehr abweichend geformt sind: ich erinnere nur an die Knospenschuppen. Dass endlich die untere



Kante der „ochreola“ vorwiegend entwickelt ist, mag, wie schon Duval-Jouve dies ausspricht, darin seinen Grund haben, dass diese Kante den Hauptdruck ausüben muss, wenn der Ast durch Zerreissung der Rinde ins Freie treten soll. Wo ich das Deckblatt des Astes zu finden glaube, will ich hier nur kurz andeuten, um nicht diese Abschweifung, für die ich die Verzeihung des Lesers erbitte, zu sehr auszudehnen. Ich glaube, das zunächst unter dem Aste stehende, aber ziemlich entfernte Scheidenblatt habe am meisten Wahrscheinlichkeit für sich. Wenn die Internodien noch ganz kurz sind, steht der Ast, wenn vorhanden, deutlich in der Achsel dieses Scheidenblattes, wenig über dessen Grunde: nun wächst aber das Internodium bekanntlich vorzugsweise an seinem Grunde: könnte dadurch nicht der Ast so hoch hinaufgeschoben werden? Derartige Verschiebungen sind bei den nahe verwandten Farrnen von Mettenius nachgewiesen (Ueber Seitenknospen der Farrne, in Abhandl. d. Kgl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Phys. math. Classe Bd. V (VII) 1860), wären daher auch hier nicht gerade auffallend. Vielleicht sind aber die Knospen auch ganz einfach als Adventivknospen aufzufassen, die als solche eines Deckblattes entbehren.

Kehren wir jedoch zur Schutzscheide zurück. Ich werde hier bei den verschiedenen Formen der Schutzscheide zunächst die Verhältnisse behandeln, die ein astloser Knoten zeigt, und dann bei jeder Form besonders die durch das Auftreten von Aesten hervorgebrachten Veränderungen beschreiben.

1. Knoten zwischen Internodien mit äusserer Gesammtschutzscheide.

Ich will zunächst bemerken, dass auch hier Längsschnitte viel weniger genaue Resultate geben, als successive Querschnitte. Da die Anwendung der letzteren Methode sehr mühsam ist, so habe ich bei der grossen Aehnlichkeit der Equisetaceen mit gleicher Schutzscheidenform unter einander aus jeder Gruppe nur einige Arten untersucht und glaube wohl die so erhaltenen Aufschlüsse auf alle Arten der Gruppe übertragen zu dürfen.

Aus der ersten Gruppe untersuchte ich die Stammknoten von E. arvense β nemorosum Al. Br., palustre und scirpoides genauer. Die beiden ersten Arten geben ganz gleiche, die letzte wenig abweichende Resultate. Nach 18 auf einander folgenden Schnitten von E. palustre ist der Vorgang folgender: Je mehr man sich von unten her dem Knoten nähert, desto stärker vermehren sich die beiden in je-

dem Bündel vorhandenen Stränge gefässähnlicher Zellen, so dass sie endlich zu einer nach aussen concaven, halbmondförmigen Masse zusammenfliessen, welche auch die Kantenlücken ausfüllt. Von der äusseren Seite dieser Masse zweigt sich dann ein dünner Leitstrang ab, der nach aussen gegen die bis dahin noch unveränderte äussere Gesammtschutzscheide vordringt. Dieselbe weicht dann zunächst in einem kleinen, nach aussen convexen Bogen von dem Strange zurück, welcher Bogen sich mehr und mehr der Kreisform nähert, je weiter der Leitstrang vorrückt. Endlich ist der Kreis geschlossen, nur hat die so entstandene Schutzscheide des Scheidenstranges noch einige Zellen mit der Gesammtschutzscheide des Stammes gemein; auch dies hört dann auf und der Scheidenstrang ist mit seiner Schutzscheide vollkommen frei; er geht dann unverändert in den betreffenden Scheidenzahn über, indem er das die Furchenlücken des Stammes trennende Rindengewebe durchzieht.

Während der Scheidenstrang die Schutzscheide des Stammes durchbricht, vereinigen sich die sämmtlichen Gruppen gefässähnlicher Zellen zu einem geschlossenen Ringe, der nach aussen zunächst von dünnwandigem Gewebe, dann von der Gesammtschutzscheide umgeben ist, welche zwar in den Wänden ihrer Zellen etwas stärkere Verdickung, sonst aber sehr bald wieder ganz dieselbe Form, wie im Internodium zeigt.

Dieser Ring geht nur eine kurze Zeit unverändert fort; dann trennt er sich wieder in einzelne Gruppen, deren Grenzen aber jetzt an den Stellen liegen, wo die Scheidenstränge austraten, welche Gruppen demnach schon den Leitbündeln des oberen Internodiums entsprechen. Gleich, nachdem diese Trennung stattgefunden hat, bemerkt man, dass die Markzellen, welche unmittelbar den Gruppen gefässähnlicher Zellen anliegen, und namentlich die zwischen denselben befindlichen, sich in der Wand stark verdicken. Wenn die Gruppen sich nun um etwa 3 Zellen von einander entfernt haben, treten in den zwischen den Gruppen liegenden verdickten Markzellen schwarze Punkte auf, und schon der nächste Schnitt zeigt eine innere Gesammtschutzscheide ganz von der Form derjenigen, die ich im Internodium des Rhizoms von E. silvaticum beschrieben habe. Diese Schutzscheide liegt um eine bis zwei Zelllagen von den gefässähnlichen Zellen entfernt, bildet ein Vieleck mit concaven Seiten und spitzen Winkeln und zeigt auch oft Bräunung der inneren Längswände der Schutzscheidenzellen. An älteren Stämmen sind alle innerhalb dieser Schutzscheide liegenden Zellen stark porös verdickt und dunkelbraun; sie



stellen so das braune Diaphragma dar. Nach oben verliert sich diese innere Gesammtschutzscheide ebenso allmählich ins Mark, als sie von unten her allmählich sich aus demselben herausgebildet hatte. Ihre Ecken, die zuerst auftraten, verschwinden auch zuletzt. Wenn die schwarzen Punkte in ihnen nicht mehr zu erkennen sind, haben sich auch die Gruppen verdickter Leitzellen wieder stark zusammengezogen; sie trennen sich dann wieder in zwei seitliche Stränge und beschliessen damit die im Knoten eintretenden Veränderungen.

Ganz ähnlich ist der Vorgang bei E. arvense, pratense und silvaticum: auch diese besitzen im Knoten eine innere Gesammtschutzscheide. Das Vorkommen derselben im Rhizom von E. silvaticum erscheint danach weniger auffallend; es sind hier nur die Schutzscheidenformen des Knotens noch im Internodium vorhanden.

Auf Längsschnitten durch die Verticalebene des unteren Bündels kann man sich auch unmittelbar überzeugen, dass die Schutzscheide des Scheidenstranges mit der des Stammes in unmittelbarem Zusammenhange ist (Taf. XX. Fig. 19). Hingegen habe ich keinen Zusammenhang der inneren und äusseren Gesammtschutzscheide im Stammknoten nachweisen können, ausser wenn ein Ast entwickelt ist.

Ueber die allgemeine Form der Schutzscheidenzellen im Knoten ist hier, wie bei allen anderen Formen der Schutzscheide, noch anzugeben, dass die Zellen zwar den schwarzen Punkt stets deutlich zeigen und auch bei Behandlung mit Schwefelsäure zusammenhängende Gerüste hinterlassen, sonst aber eine ziemlich abweichende Form annehmen. Sie verkürzen sich stark und werden mehr polygonal; auch ihre Gerüste bilden unregelmässige Polygone, die oft kleine Zwischenräume zwischen sich lassen. Ausserdem ist die Verdickung der Wände stärker und es kommen auf den Längswänden sogar kleine Poren vor. Alle diese Veränderungen entsprechen aber durchaus denen sämmtlicher übrigen Zellen im Knoten, wo alle Zellen aller Gewebe sich verkürzen und wo wenigstens die parenchymatischen Gewebe auch ausserdem Verdickung und Poren zeigen.

Betrachten wir nun einen Knoten mit entwickelten Aesten und Wurzeln.

Es zieht sich hier die äussere Gesammtschutzscheide des Stammes zunächst aussen über die cylindrische Röhre und nach deren Theilung in die einzelnen Bündel über die Gesammtheit der letzteren fort. Sie überzieht ferner von der unteren Seite der Röhre aus das in die Wurzel abgehende Leitbündel (Taf. XX. 19 w). Es stehen demnach die äusseren Gesammtschutzscheiden von Stamm, Ast

und Wurzel in unmittelbarem Zusammenhange in der Weise, dass die des Astes eine Ausstülpung von der im Stamme vorhandenen ist, während die der Wurzel ebenso eine Ausstülpung von der des Astes ist; beide Ausstülpungen gehen dabei an der Spitze ins Cambium über.

Die Zellen der um die Aströhre gehenden Gesammtschutzscheide zeigen stark die Eigenthümlichkeiten der Schutzscheidenzellen im Knoten.

Ausserdem tritt noch innerhalb der Aströhre eine eigenthümliche Bildung auf. Das Innere dieser Röhre ist nämlich gleichfalls von einer Schutzscheide ausgekleidet, welche in jüngeren Aesten der äusseren an Form vollkommen gleicht. In älteren Aesten, namentlich gegen den Grund des Stammes hin, sind hingegen die inneren Längswände dieser inneren Schutzscheide stark verdickt und gebräunt, und auch die seitlichen Längswände zeigen bis zum schwarzen Punkt diese Veränderung. Dieselbe tritt in der Mitte der Röhre zuerst auf und setzt sich von da nach oben und unten fort. Wenn sie den höchsten Grad erreicht hat, ist das ganze Innere der Röhre von einer dunkelbraunen Zellmasse ausgefüllt, die entweder oben und unten, oder nur oben eine Anschwellung zeigt und von den unverdickt gebliebenen äusseren Längswänden der Schutzscheide umschlossen ist.

Nach oben, ins Mark des Astes hinein, endet diese innere Astschutzscheide da, wo die Röhre sich in die einzelnen Bündel spaltet, also in der Ebene des Ansatzes der grundständigen Scheide, indem sie ins Parenchym übergeht. Jedoch widerstehen hier die letzten Schutzscheidenzellen der Schwefelsäure ungleich besser, als die oben zunächst daran grenzenden Parenchymzellen, so dass eine ziemlich bestimmte Grenze der Schutzscheide nach oben vorhanden ist. Dabei sind die letzten Schutzscheidenzellen, die unverdickt und farblos sind, oft von sehr ungleicher Länge, so dass das obere Ende der inneren Schutzscheide ein unregelmässig gezähntes, gewissermaassen zinnenförmiges Aussehen hat.

Nach unten schliesst sich die innere Schutzscheide der Aströhre mit ihrem unteren Rande an die allgemeine äussere Stammschutzscheide an, indem beide an dem unteren freien Rande der Röhre in einander übergehen, während sie diesen Rand nach innen bekleiden. Nach oben habe ich auch bisweilen einen Uebergang in die innere Gesammtschutzscheide des Knotens beobachtet, in der ich überhaupt das der beschriebenen Aströhrenschutzscheide am nächsten verwandte Glied unter den Formen der Schuzscheide finde. In anderen Fällen

aber erstreckt sich der untere Rand der ersteren nicht tief genug nach unten, um den oberen Rand der letzteren zu treffen: dann liegen gewöhnliche Parenchymzellen zwischen beiden (Taf. XX. Fig. 19).

Bei E. arvense, palustre, pratense und silvaticum beobachtete ich die innere und äussere Schutzscheide der Aströhre in der Weise, wie ich es eben beschrieb. Bei E. Telmateja, das mir zur Zeit, wo ich die Knoten untersuchte, nur getrocknet zu Gebote stand, kann ich keine bestimmte Angabe machen, doch scheint sich die Sache eben so zu verhalten.

Etwas abweichend verhält sich E. scirpoides Mich. Zwar läuft auch hier, wie in den genannten Arten, die äussere Gesammtschutzscheide im Wesentlichen unverändert durch den Knoten hindurch, indem sie auch hier die in Ast und Scheide abgehenden Leitbündel überzieht; es ist aber keine innere Gesammtschutzscheide vorhanden. Hingegen macht die äussere zwischen der Stelle, wo die beiden Leitzellenstränge eines Bündels sich vereinigen, und der Stelle, wo zwei Bündel zusammentreten, eine Einbiegung nach innen, so dass hier die äussere Schutzscheide gewissermaassen von aussen nach innen eingestülpt ist. In geringerem Grade habe ich diese Erscheinung auch im Knoten von E. arvense beobachtet.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass die innere Schutzscheide im Knoten sich bisweilen wenig ausbildet, während sie in anderen Stämmen ausgezeichnet deutlich ist. Solche Unregelmässigkeiten zeigen die anderen Formen der Schutzscheide nach meinen Beobachtungen bei den Equisetaceen nicht, doch sind sie bei anderen Pflanzen von Caspary u. A. beobachtet.

2. Knoten zwischen den Internodien des Rhizoms von E. silvaticum.

Der Knotendurchgang dieser Form der doppelten Schutzscheide schliesst sich am besten an die eben beschriebenen Formen an, die ja alle im Knoten in Bezug auf die Schutzscheide dem Rhizom des E. silvaticum sehr ähnen, und auch im System demselben näher stehen, als die Gruppe der Hyemalia.

Auch in den Knoten des Rhizoms von E. silvaticum geht die äussere Schutzscheide im Wesentlichen unverändert durch den Knoten hindurch, indem sie gleichfalls die Leitbündel der Aeste, Wurzeln und Scheiden in der eben beschriebenen Weise überzieht. Auch die innere verändert sich im Knoten wenig: sie tritt nur in die Aeste ein. Sie stellt anfangs ein Vieleck von derselben Form, wie im Stamm

dar. Während dann die Leitbündel sich verbreitern, werden die Ecken des Vielecks spitzer und länger. An denjenigen Stellen, wo Aeste entspringen, treten die Ecken, unter allmählicher Aenderung der Richtung der Längsaxe ihrer Zellen, in das Mark der Aeste ein. Sie bilden hier die innere Schutzscheide der Aströhre als eine Ausstülpung derjenigen des Stammes, während stark verdickte braune Zellen, wie sie im Stamm der Schutzscheide innen anliegen, die innere Ausfüllung der Röhre bilden. Die letztere ist demnach ganz wie bei E. palustre u. s. w. gebaut, mit dem einzigen Unterschiede, dass die innere Schutzscheide nicht beim Austritt des Astes aus dem Rhizom aufhört, sondern sich vielmehr durch dessen ganze Länge fortsetzt.

An denjenigen Stellen, wo Astbildung nicht eintritt, werden die vorgeschobenen spitzen Ecken des Vielecks der inneren Schutzscheide dann wieder kürzer und kürzer, in dem Maasse, als die Leitbündel, zwischen denen sie liegen, sich seitlich nähern. Wenn sie zusammenfliessend den geschlossenen Ring gefässähnlich verdickter Leitzellen gebildet haben, sind die Ecken ganz verschwunden und auch die innere Schutzscheide zeigt jetzt Kreisform. Wenn sich dann die Leitbündel des folgenden Internodiums sondern, treten auch die Ecken wieder auf, nur natürlich in einer anderen Verticalebene, entsprechend der Verschiebung der Leitbündel.

3. Knotendurchgang der Einzelschutzscheiden.

Sehen wir von den Aesten ab, so ist der Vorgang im Knoten von E. limosum und litorale folgender:

Während nach dem Knoten hin die gefässähnlichen Zellen jedes Bündels sich vermehren und seitlich ausdehnen, nimmt die das Bündel umgebende Einzelschutzscheide mehr und mehr die Form einer Ellipse an, deren grosse Axe in der Richtung der Tangente, deren kleine in der des Radius liegt. Unterdessen trennt sich auch in der Mitte der elliptischen Masse von Leitzellen der Strang ab, der zur Scheide geht und rückt nach aussen vor. Die seitlichen Ränder der benachbarten, stark elliptischen Bündel nähern sich nun, unter Zunahme der Bündel an tangentialer Ausdehnung, immer mehr einander; der Scheidenstrang beginnt die äussere Seite der Einzelschutzscheide bogenförmig vorzudrängen. Dieselbe umgiebt immer noch vollkommen geschlossen das Bündel, nur sind natürlich die Längsaxen der an ihrem vorderen und hinteren Rande liegenden Zellen allein senkrecht gerichtet, während dieselben in den Schutzscheiden-



zellen an den Seiten des Bündels stark nach aussen divergiren (Taf. XX. Fig. 23).

Endlich berühren sich die Bündel seitlich, zunächst mit ihren Schutzscheiden, dann fliessen auch die Leitzellen zu dem bekannten geschlossenen Ringe zusammen, der nun von einer doppelten Gesammtschutzscheide, einer inneren und äusseren, umgeben wird (G), indem die Einzelschutzscheiden sich seitlich vereinigen. Unter dem Vereinigungspunkt hängen die beiden Gesammtschutzscheiden zusammen, indem hier die zusammenfliessenden Schutzscheiden der beiden gegen einander convergirenden Bündeltheile gewissermaassen einen First bilden, der oben mit einer in der Richtung des Radius liegenden Kante endet.

Der geschlossene Ring und mit ihm die doppelte Schutzscheide dauert nur eine sehr kurze Strecke im Knoten. Es bilden sich in der Mitte jedes unteren Bündels Einschnürungen, in welche die innere, bis dahin kreisförmige Schutzscheide eindringt, indem sie die Form eines Vielecks mit concaven Seiten annimmt. Die Einschnürung wird dann zur Theilung, indem je zwei benachbarte Bündelhälften sich zu einem neuen Bündel vereinigen. So wie diese Theilung eingetreten ist, greift die innere Schutzscheide durch die entstandene Lücke nach aussen über, um sich wieder mit der äusseren zu vereinigen. Dies geschieht gewissermaassen mittelbar. Gerade an dieser Stelle tritt nämlich der Scheidenstrang aus der äusseren Gesammtschutzscheide heraus, die im Bogen vorgedrängt seine äussere, vordere Seite bekleidet. Die übergreifende innere Schutzscheide setzt sich nun ohne Weiteres auf seiner inneren, hinteren Seite nach aussen fort, indem sie seitlich wieder mit der äusseren Gesammtschutzscheide in Verbindung tritt (Taf. XX. Fig. 21). Während nun die neuen Leitbündel sich in der Richtung der Tangente verkürzen, bilden sich wieder elliptische Einzelschutzscheiden, die allmählich auch die regelmässige Kreisform annehmen. Diese Rückkehr der Gesammtschutzscheiden zur Einzelschutzscheide giebt übrigens eben so gut, als die Umwandlung der letzteren in erstere, zur Bildung eines Firstes Veranlassung, indem auch hier zwei Einzelschutzscheiden, nur nach unten, nicht wie vorher nach oben, convergirend, sich in einer dem Radius parallelen Kante vereinigen. Diese Kante ist dem entsprechend in Beziehung zu den sie bildenden Seitenflächen der Einzelschutzscheiden in jenem ersten Falle nach oben, in diesem nach unten gerichtet.

Ueberblicken wir die vorige Schilderung noch einmal, so folgt

daraus, dass die Schutzscheide an allen Punkten die Leitbündel während ihrer Theilung und Wiedervereinigung umgiebt, so dass dieselben allseitig von Schutzscheidenzellen bekleidet sind.

In Bezug auf die Bildung der Schutzscheide in den ersten Internodien der Aeste zeigen E. limosum und litorale bedeutende Verschiedenheiten. Ich werde sie daher theilweise gesondert behandeln.

Wir finden bei beiden Arten die Leitbündelröhre des Astes, welche auch hier, wie bei der vorigen Gruppe, gebildet ist, aber einen bedeutend längeren freien Rand am unteren Ende besitzt, auf beiden Seiten, sowohl aussen als innen, mit Schutzscheide bekleidet. Zunächst zieht sich (Taf. XX. Fig. 20) die Schutzscheide der äusseren Seite desjenigen Bündels, an dessen unteres, sonst in senkrechter Richtung nach unten freies Ende sich der obere Rand der unteren Röhrenöffnung anschliesst, nach aussen aufsteigend auf die äussere, obere Seite der Röhre hinauf. Diese Schutzscheide setzt sich dann rund um die Aussenfläche der ganzen Röhre herum fort, indem sie auf dem Theil derselben, welcher die beiden convergirenden Stränge berührt, aus denen sich das neue obere Bündel zusammensetzt, mit der äusseren Seite der Schutzscheide dieser Stränge im Zusammenhange ist. An dem unteren, freien Rand der unteren Röhrenöffnung aber schlägt sich die äussere Schutzscheide nach innen ein, wobei sie den freien Rand rings umgiebt, und setzt sich im Inneren der Röhre fort, dieselbe auskleidend. An diese so gebildete Auskleidung der Röhre schliesst sich dann an deren oberem, dem Mark des Stammes zugewandten Rande die auf der inneren Fläche des sich an diesen Rand oben anschliessenden Bündels herabkommende Schutzscheide an. Gleichzeitig ist auch auf den Punkten, wo die Röhre die convergirenden Stränge berührt, die innere Seite der Schutzscheide der letzteren mit der Innenauskleidung der Röhre im Zusammenhang.

Diese etwas verwickelten Verhältnisse ergeben sich naturgemäss aus der Lage der Röhrenendung zwischen zwei convergirenden Bündeln, die sich dicht über dem Ansatz der Röhre zu einem verbinden, wenn man voraussetzt, dass sowohl die Bündel, als die Röhre innen und aussen allseitig von einer zusammenhängenden, überall dicht anschliessenden Schutzscheide umgeben sein sollen. Auch finden wir bei den Bündeln, an deren unteres Ende sich ein Ast anschliesst, eine ähnliche nur mittelbare Verbindung der auf der äusseren und inneren Seite herablaufenden Schutzscheide, wie ich eine solche als am oberen Ende des von unten kommenden Bündels stets vorhanden nachgewiesen habe. Während dort die von innen übergreifende in-

nere Schutzscheide die entsprechende äussere erst erreicht, nachdem sie sich um den Scheidenstrang herumgelegt hat, so erreicht hier die von oben herabkommende innere Schutzscheide, indem sie sich um das freie untere Ende des Bündels nach aussen wendet, die äussere Seite der Schutzscheide desselben Bündels erst, nachdem diese die Röhre eine Strecke äusserlich, jene dieselbe im Innern bekleidet hat, worauf dann endlich am freien unteren Rande der unteren Röhrenendung die Vereinigung erfolgt. Wenn kein Ast vorhanden ist, verbinden sich die äussere und innere Seite der Schutzscheide des oberen Bündels unmittelbar an dessen unterem Ende durch die Bildung einer radialen Reihe von Schutzscheidenzellen, die ich vorher als erste Firstbildung bezeichnete.

Der innere Hohlraum der Röhre ist auch hier innerhalb der Schutzscheide mit einer dunkelbraunen Masse verdickter Zellen erfüllt, in ähnlicher Weise, wie ich dies bei den Arten mit äusserer Gesammtschutzscheide beschrieb. Diese Zellmasse ist, wie die ganze Röhre, an ihrem unteren Ende in der Weise schief abgestutzt, dass ihr oberer Rand viel weiter nach innen vorragt, als der untere, und mit einem spitzen Winkel endet. Diesem spitzen Vorsprung pflegt dann von der anderen Seite der Bündelendung ein ganz ähnlicher gewissermaassen entgegenzukommen. Die inneren Längswände der Zellen der im Knoten gebildeten inneren Gesammtschutzscheide, sowie die ganzen ihnen innerlich zunächst anliegenden Markzellen sind sämlich auch stark verdickt und gebräunt. Diese Veränderung erstreckt sich unmittelbar an der Schutzscheide weiter nach unten (und nach oben), als in der Mitte: daraus folgt, dass der senkrechte radiale Längsschnitt (Taf. XX. Fig. 20) hier zwei einander entgegenkommende Spitzen brauner Zellen zeigen muss. Die zwischen beiden Spitzen, gerade unter dem Bündelende liegenden Schutzscheidenzellen sind meist ungefärbt.

Soviel über die Schutzscheide am unteren Ende der Röhre. Im Verlauf der letzteren zweigt sich auch hier von ihrer unteren Fläche ein Leitbündel (w) ab, das in die Wurzel geht. Es wird von der die Aussenfläche der Röhre bekleidenden Schutzscheide überzogen; die innere Schutzscheide derselben bleibt an der Ursprungsstelle der Wurzel unverändert, ausser dass hier meist auf der braunen Masse eine kleine Hervorragung zu bemerken ist.

Bis hierher verhalten sich E. limosum und litorale ganz gleich: die oberen Enden der Röhren bei beiden zeigen aber, wie schon gesagt, bedeutende Abweichungen.

Bei E. limosum tritt, sowie die Röhre in die einzelnen Leitbündel zerfällt, auch eine Umwandlung der Schutzscheidenform der Röhre in mehrere Einzelschutzscheiden ein. Es erfolgt dies in der Ebene des Ansatzes der ersten Scheide, also gewissermaassen im ersten Knoten des Astes, wenn man jene als erste Astscheide auffasst. Auf radialen Längsschnitten durch den Astursprung sieht man hier die braune, von der Schutzscheide bekleidete Innenmasse der Röhre sich seitlich so ausbreiten (Taf. XX. Fig. 20), dass sie mit der äusseren Schutzscheide der Röhre in Verbindung tritt. Verfolgt man dies durch Querschnitte an der betreffenden Stelle, geführt senkrecht gegen die Axe der Röhre, so bemerkt man, dass, sowie die letztere sich in einzelne Leitbündel theilt, durch die entstandenen Lücken sich äussere und innere Schutzscheide verbinden. Die verbindenden Zellen sind oft, wie die ganze Masse innerhalb der inneren Schutzscheide braun gefärbt, so dass man im Querschnitt ein mehrarmiges braunes Kreuz bemerkt, zwischen dessen Armen die neu gebildeten Leitbündel liegen. Indem nun die einzelnen Leitbündel des Astes sich getrennt erheben, nimmt jedes eine Einzelschutzscheide mit sich empor, deren innere und äussere Seite nach unten bezüglich mit der inneren und äusseren Schutzscheidenbekleidung der Röhre zusammenhängen, während die benachbarten Seiten der Einzelschutzscheiden nach unten in den Verbindungen beider Bekleidungen der Röhre enden, indem sie hier einen scharf zulaufenden, radialen First bilden. Diese Firste liegen gewöhnlich nicht alle in genau derselben Ebene, so dass man oft unmittelbar über dem Ende der Röhre Querschnitte erhält, wo z. B. bei drei Leitbündeln auf 2 Seiten noch allgemeine äussere und innere Schutzscheiden vorhanden sind, während im dritten Zwischenraum die beiden Schutzscheiden durch zwei radial verlaufende, einander seitlich berührende Reihen von Schutzscheidenzellen [illegible]den sind.

Der hier vorkommende Uebergang der doppelten Gesammtschutz[illegible] in Einzelschutzscheiden ist ganz entsprechend dem im Kno[illegible] E. limosum vorhandenen, was wohl auch darauf deutet, dass [illegible] einem Knoten analog sei.

[illegible] bei E. litorale auftretenden Abweichungen, die ich nun zu [illegible] habe, sind um so interessanter, als sie einerseits eine Hin[illegible] Typus des E. arvense bekunden, und als sie andererseits [illegible] Uebergänge zwischen der äusseren Gesammtschutz[illegible] Einzelschutzscheide darbieten.

[illegible] Masse innerhalb der Röhre von E. litorale ist wie

bei E. limosum gebaut, nur etwas dünner und länger und nach oben keulenförmig angeschwollen. Während aber bei E. limosum unmittelbar nach der Theilung der Röhre die beiden Gesammtschutzscheiden sich in Einzelschutzscheiden umbilden, setzt sich bei E. litorale die eine derselben, nämlich die äussere, unverändert in das erste Internodium des Astes fort, die andere, innere, aber verläuft, wie bei E. arvense, ins Parenchym des dem ersten Astinternodium angehörigen Markes. Man sieht daher in diesem unmittelbar über Milde's Ochreola gelegenen Internodium nichts mehr von einer inneren Schutzscheide, sondern die Leitbündel sind hier nur von einer rein ausgebildeten äusseren Gesammtschutzscheide umgeben, der Fortsetzung der äusseren Bekleidung der Röhre. So klar findet man diese Verhältnisse jedoch nur in den dünnen, meist 4kantigen Aesten von E. litorale, von denen ich hier zunächst allein sprechen will.

Die äussere Gesammtschutzscheide bildet im ersten Internodium dieser Aeste — welches übrigens streng genommen das zweite ist, vgl. S. 330 — ein Viereck mit meist ebenen, seltener schwach concaven oder convexen Seiten und abgerundeten Ecken, in welchen die Leitbündel liegen. Die Zellen der Schutzscheide sind ganz wie bei anderen Formen der Gesammtschutzscheide gestaltet.

Im zweiten Internodium von der Asthülle an gerechnet, selten schon im oberen Theile des ersten, zeigen sich dann die ersten Veränderungen in der Form der bis dahin ganz regelmässig gestalteten Gesammtschutzscheide. An einem der Markstrahlen macht dieselbe einen Bogen nach innen, der häufig so spitz ist, dass die Zellen seiner beiden Seiten neben einander liegen und sich seitlich berühren. Schwarze Punkte sind aber dann nur auf den tangentialen und der innersten radialen Wand der Zellen des Bogens vorhanden, so dass die Gesammtschutzscheide noch ganz in sich geschlossen ist.

Während dessen treten im Marke bisweilen auf Wänden, die der späteren Lage von Schutzscheidenzellen entsprechen, vereinzelte schwarze Punkte auf von mehr oder weniger Deutlichkeit. Namentlich in den Markstrahlen, welche nach aussen noch von einer geradlinigen Gesammtschutzscheide begrenzt sind, finden sich solche schwarze Punkte, die bisweilen schon gewissermaassen Stücke einer Schutzscheide andeuten.

Dann bemerkt man, dass die innerste Zelle eines nach innen gewandten Bogens der Gesammtschutzscheide, wie ich ihn eben beschrieb, zu einer vierpunktigen Zelle wird, an deren neu gebildete schwarze Punkte sich dann nach innen vorläufig Zellen anschliessen,

die solche sonst noch nicht besitzen. Diese noch fehlenden Punkte treten aber dann schnell auf (Taf. XIX. Fig. 17), und wir können uns nun die Sache schon so vorstellen, als ob vier Einzelschutzscheiden da wären, die nur nach dem Innern des Stammes nicht geschlossen sind und je eine, nämlich die vierpunktige Zelle gemein haben.

Indem dann mehr und mehr schwarze Punkte deutlich werden, schliessen sich die Einzelschutzscheiden vollkommen, haben aber noch Zellen gemein. Diese vierpunktigen Zellen werden dann durch zwei zweipunktige ersetzt, die schliesslich auch auseinanderweichen, worauf dann vier normale Einzelschutzscheiden hergestellt sind.

Dies pflegt bei den dünnen, 4kantigen Aesten erst im 5ten Internodium der Fall zu sein; noch im vierten findet man zuweilen einzelne Markstrahlen von unveränderter Gesammtschutzscheide begrenzt. Auch diese Umwandlung geht nämlich in den verschiedenen Markstrahlen, und auch in den verschiedenen Aesten ungleich schnell von Statten.

Bei manchen Schnitten ist es schwer sich zurecht zu finden, da auch die schwarzen Punkte nicht mit einem Male in vollkommner Ausbildung erscheinen, sondern vielmehr allmählich, so dass oft Zweifel entstehen können, ob eine Wand bereits einen schwarzen Punkt besitzt, oder nicht. Eine schiefe Ansicht der Wand giebt dann, indem sie die Wellenreihe zeigt, einen ferneren, auch nicht stets entscheidenden Anhaltspunkt.

So ist der Vorgang in den dünnen Aesten. Die stärkeren, mit 5 und mehr Leitbündeln unterscheiden sich weniger von E. limosum. Bei ihnen tritt ein Verschwinden der inneren Schutzscheide der Röhre nicht ein, sondern diese Schutzscheide setzt sich, jedoch unverändert, noch ein Stück ins erste Internodium hinein fort. Während demnach bei E. limosum der Uebergang der Schutzscheidenformen plötzlich am Grunde dieses Internodiums erfolgt, findet er hier allmählich innerhalb desselben statt, in derselben Weise, wie die doppelte Gesammtschutzscheide im Knoten von E. limosum sich in Einzelschutzscheiden verwandelt, nur viel langsamer. Die spitzen Ecken der inneren Schutzscheide dringen nach aussen vor, bis sie die äussere erreichen und sich mit ihr vereinigen.

Der Knotendurchgang der im Rhizom von E. hyemale vorkommenden Einzelschutzscheiden ist ganz wie bei E. limosum, so dass ich darüber nichts weiter zu sagen brauche.

4. Knotendurchgang der doppelten Gesammtschutzscheide.

Wir sprechen hier, da E. silvaticum bereits behandelt wurde, nur von der doppelten Schutzscheide des E. hyemale, ramosissimum, trachyodon und variegatum. Da letztere Art diese Form einzig und allein, ohne gleichzeitiges Vorkommen von Einzelschutzscheiden im Rhizom zeigt, so wählte ich sie vorzugsweise zur Untersuchung. Die Zerlegung eines Stammknotens von E. variegatum in 35 dünne, auf einander folgende Querschnitte ergab Folgendes:

Die doppelte Gesammtschutzscheide dieser Arten geht nicht unverändert durch den Knoten hindurch, wie man dies als das Einfachste vielleicht von vorn herein erwarten könnte, und wie es wenigstens das Verhalten der Leitbündel, die ja zwischen den beiden Schutzscheiden ihre Trennung und Wiedervereinigung vollbringen könnten, nicht anders fordert. Vielmehr geht hier die doppelte Gesammtschutzscheide, von unten nach oben gerechnet, zunächst in mehrere Einzelschutzscheiden über, dann in die vorige allgemeine Form zurück, dann trennt sich diese wieder in Einzelschutzscheiden, die sich endlich wieder zur doppelten Gesammtschutzscheide vereinigen. Betrachten wir diese Umwandlungen etwas näher (Taf. XX. Fig. 24).

Schon sehr tief, ehe noch die beiden seitlichen Stränge gefässähnlich verdickter Leitzellen sich in jedem Bündel zu einer halbmondförmigen Gruppe verbunden haben, erfolgt die Umwandlung der im Internodium vorhandenen Schutzscheidenform (Taf. XX. Fig. 24 a. S, i. S.) in Einzelschutzscheiden (E), und zwar in ähnlicher Weise, wie zwischen Rhizom und Stamm von E. hyemale. Die innere Gesammtschutzscheide zieht sich etwas zwischen die Bündel hinein und nähert sich so der äusseren. Dann sehen wir, wie beide sich an irgend einem Punkte vereinigen, indem einige radiale Wände ihre schwarzen Punkte verlieren, einige tangentiale hingegen solche erhalten. Wir haben dann schon Einzelschutzscheiden, die nur seitlich einander durch vorgestreckte Spitzen berühren. Diese Spitzen ziehen sich dann mehr und mehr zurück und so entstehen kreisrunde Einzelschutzscheiden um jedes einzelne Bündel. Die vorgeschobenen Spitzen sind aber auch auf ihrer oberen Seite mit Schutzscheidenzellen bedeckt, welche ziemlich isodiametrisch sind und gewissermaassen eine Brücke oder einen First über den im Markstrahl verlaufenden Theilen der inneren und äusseren Gesammtschutzscheide bilden (F,). Es ist demnach der Zwischenraum zwischen den letzteren nach oben hin

durch Schutzscheide abgeschlossen, so dass in dem allgemeinen Zusammenhange der Schutzscheidentheile des Stammes hier keine Lücke entsteht.

Wenn die Einzelschutzscheiden vollkommen hergestellt sind (E), füllen die gefässähnlichen Zellen bereits den grösseren Theil des von jeder Schutzscheide umschlossenen Kreises aus: eine tangentiale, ziemlich gerade Linie bildet die Grenze zwischen dem äusseren, aus dünnwandigen Zellen bestehenden Theile des Bündels und den netz- oder treppenförmig verdickten Leitzellen. Sehr bald tritt dann ein radialer Streifen dünnwandigen Gewebes auf, der die letztere Zellmasse in zwei Viertelkreise theilt und so ihre beginnende Divergenz andeutet. Am innersten Rande des Streifens bemerkt man dann auch den in die Scheide abgehenden Leitstrang, der schief nach aussen aufsteigend allmählich in dieselbe übergehen wird.

Während nun folgende Schnitte diesen Strang mehr und mehr nach aussen gerückt zeigen, nehmen die ganzen Bündel durch vermehrte Divergenz ihrer beiden grossen Massen gefässähnlicher Zellen mehr und mehr eine tangential gestreckte, elliptische Form an, wodurch gleichzeitig die Zahl der Zellen, die zwei benachbarte Einzelschutzscheiden trennen, geringer wird. Wenn der Scheidenstrang gerade die den dünnwandigen und gefässähnlichen Theil des Bündels trennende Linie erreicht, sehen wir die Rückwandlung in doppelte Gesammtschutzscheiden vor sich gehen. Am äusseren und inneren Rande der Bündel vereinigen sich die Einzelschutzscheiden wieder. Der Zwischenraum zwischen den Bündeln wird dabei nach oben wieder von Schutzscheidenzellen bedeckt, deren Längsaxen aber radial verlaufen, so dass auch die Kante des so über den seitlichen Theilen der Einzelschutzscheiden gebildeten Firstes (F,,) jetzt eine radiale Richtung hat. Diese Firstbildung kreuzt demnach die vorige (F,) rechtwinklig, und bewirkt wie diese, dass eine jede Lücke in der von der Schutzscheide um die Leitbündel gebildeten Hülle vermieden wird.

Hingegen ist, wenn auch die Schutzscheide in sich fest zusammenschliesst, hier eine Lücke in sofern gebildet, als der Raum zwischen beiden Firstbildungen der Schutzscheidenzellen vollkommen entbehrt. Diese Lücke hat, wie man sich auf tangentialen Längsschnitten überzeugen kann, die Form eines gleichschenkligen Dreiecks im senkrechten Durchschnitt (eines Tetraeders im Allgemeinen). Durch diese dreieckige Oeffnung stehen Mark und Rinde des Stammes in

unmittelbarer Verbindung, wie dies bei vollkommen ausgebildeten Einzelschutzscheiden nicht anders sein kann.

Unmittelbar über dem radialen First (F,,) findet dann die Vereinigung der bezüglichen rechten und linken Leitbündelhälften statt, so dass ein zusammenhängender, aus Leitbündelgewebe gebildeter Ring entsteht. Derselbe ist aussen umgeben von einer äusseren Gesammtschutzscheide, die eine sanfte, an den Bündeln des unteren Internodiums nach aussen convexe Wellenlinie beschreibt. Im Inneren des Ringes zieht sich eine innere Gesammtschutzscheide hin, die zuerst an den Zwischenräumen der Bündel des unteren Internodiums nach aussen vorspringende stumpfe Ecken bildet, ein wenig höher kreisförmig ist, dann aber an den Mitten der unteren Bündel, d. h. in den Zwischenräumen zwischen den oberen, Vorsprünge nach aussen zeigt (G).

Während sich nun die beiden vereinigten Leitbündelhälften mehr und mehr zum neuen Bündel abrunden, werden auch die Wellenlinien der äusseren Gesammtschutzscheide, welche niemals so bedeutend sind, wie im Internodium, schwächer und schwächer, indem der Leitbündelring sich nach aussen kreisförmig begrenzt.

Wenn dies eingetreten ist, finden wir den Scheidenstrang immer noch ein Stück innerhalb der Schutzscheide. Er nähert sich dann derselben und drängt sie nach aussen: zugleich treten die Ecken der inneren Schutzscheide immer weiter nach aussen vor; das Ende ist hier, wie bei E. limosum: die Zellen der inneren Schutzscheide greifen nach aussen über und setzen sich auf die innere, hintere Hälfte des Scheidenstranges fort. Im Querschnitt beobachtet man auch bisweilen, dass die kleine schon geschlossene Schutzscheide des Scheidenstranges durch vierpunktige Zellen mit der äusseren Gesammtschutzscheide des Knotens zusammenhängt.

Wir haben hier eine dritte Firstbildung (F,,,), die, wie die zweite, aus horizontal und radial gerichteten Schutzscheidenzellen besteht. Durch sie geht die doppelte Gesammtschutzscheide wieder in Einzelschutzscheiden über, die, zuerst in seitlicher Berührung, weiter aus einander treten und allmählich wieder Kreisform annehmen. Bevor dies vollendet ist, wenn noch der Scheidenstrang die eben gebildeten Einzelschutzscheiden berührt, finden wir die erste Andeutung der Bildung des Diaphragma's. Die Längswände der auf der inneren Seite der Bündel liegenden Schutzscheidenzellen verdicken sich stark. Die Verdickung geht bis zum schwarzen Punkt, der davon frei und

daher deutlich bleibt; sie ist von vielen Poren durchzogen und fehlt auch auf den äusseren Wänden der Schutzscheidenzellen.

In etwas höher geführten Schnitten sehen wir dann, wie diese Verdickung sich auch auf die Markzellen ausdehnt und wie die Verdickungsschichten sich braun färben. Das so entstehende braune Vieleck streckt seine abgestumpften, 2 bis 3 Zellen breiten Ecken zwischen den Einzelschutzscheiden nach aussen vor: in seiner Mitte liegen oft noch dünnwandige Markzellen.

Wenn der nach aussen aufsteigende Scheidenstrang etwa in der Mitte zwischen der Ecke des Diaphragmapolygons und der Oberhaut ist, aber jenem noch etwas näher, löst sich auch in dem nun vollkommen abgerundeten Bündel die halbmondförmige Gruppe gefässähnlicher Zellen wieder in zwei seitliche Stränge auf. In diesem Zustand, und selbst wenn auch die Kantenluftlücke wieder aufgetreten ist, hat jedes Bündel noch eine vollkommen regelmässige, kreisförmige Einzelschutzscheide. Erst wenn der Scheidenstrang der äusseren Grenze näher ist als den äussersten Zellen des Diaphragma's, treiben diese Einzelschutzscheiden wieder an ihrem inneren Rande seitlich vorspringende Ecken gegen einander. Diese treten dann durch vierpunktige Zellen in Verbindung, und erst, wenn die Grenze zwischen Internodium und Scheide sichtbar zu werden anfängt, wobei gleichzeitig das braune Diaphragmapolygon nur noch 2 Zelllagen dick ist, haben wir wieder eine doppelte Gesammtschutzscheide. Ich habe bei diesem Uebergang auch die Bildung von Zwischenschutzscheiden beobachtet. Auch hier ist, wie bei den schon beschriebenen 3 Umwandlungen der beiden Schutzscheidenformen in einander, wieder der Zwischenraum zwischen der neugebildeten inneren und äusseren Gesammtschutzscheide im Markstrahl durch Schutzscheidenzellen nach unten geschlossen (F_{IV}), so dass gleichfalls die Schutzscheide eine fest schliessende Hülle um die Bündel bildet. Auch hier entsteht hingegen eine Lücke zwischen der dritten und vierten Firstbildung, von der alles bei der ersten solchen Lücke zwischen $F_{,}$ u. $F_{,,}$ Gesagte gilt; nur ist hier die Spitze des Dreiecks nach unten gerichtet, die Grundlinie nach oben, während es dort, bei der zuerst beschriebenen Lücke, umgekehrt war.

Die so eben behandelten, sehr verwickelten Verhältnisse bieten das Eigenthümliche, dass die doppelte Schutzscheide des Stammes sich in die Form verwandelt, welche in den Rhizomen der meisten Arten aus der Gruppe der Hyemalia vorkommt, in dieser Form durch den Knoten geht, ganz in der Weise, wie es in jenen Rhizomen ge-

schieht, und erst nach dem Durchgang in die alte Form zurückkehrt. Es wird so gewissermaassen der Unterschied geschwächt, der zwischen den Schutzscheidenformen von Rhizom und Stamm, und von hyemale und variegatum besteht.

Ueber die anderen Arten, hyemale u. s. w., habe ich nichts Wesentliches hinzuzufügen und wende mich gleich zur Beschreibung der Art und Weise, in der der Austritt von Ast und Wurzel erfolgt.

Auch hier finden wir, dass die beiden einander zur Bildung der Astbündel entgegentretenden Stränge von Leitzellen zunächst eine Röhre bilden, in der oben näher auseinandergesetzten Weise. Diese Röhre ist nun bei E. variegatum — und den entsprechenden Arten — so an die Leitbündel des Stammes angesetzt, dass ihre untere Oeffnung gerade mit der oben beschriebenen unteren Lücke (zwischen $F_{,}$ und $F_{,,}$) zusammenfällt. Die gefässähnlichen Zellen der Röhre schliessen sich demnach oben an den geschlossenen Leitzellenring, seitlich an die die untere Lücke seitlich begrenzenden, von Einzelschutzscheiden umgebenen Bündel des unteren Internodiums an. Der untere Rand der unteren Röhrenöffnung ist auch hier nach unten frei. Die äussere Schutzscheide umgiebt nun die Röhre von aussen, sowie den sich von ihr abgrenzenden Wurzelstrang. Sie hängt nach oben mit der äusseren Gesammtschutzscheide des Leitzellenringes, seitlich mit den äusseren Theilen der Einzelschutzscheiden zusammen. Nach unten endlich, am freien unteren Rand der Röhre, schlägt sie sich nach innen um und tritt so mit der inneren Schutzscheidenauskleidung der Röhre in Verbindung. An dieser Stelle, die der Grundlinie des von der Lücke gebildeten Dreiecks, also dem ersten Firste ($F_{,}$) entspricht, setzen sich aber gleichzeitig von unten her noch zwei Schutzscheidenzelllagen an, nämlich die in dem betreffenden Markstrahl liegenden Theile der doppelten Gesammtschutzscheide des unteren Internodiums, welche durch den ersten First nach oben vereinigt werden. Es gehen von dem letzteren demnach nach 4 Richtungen Schutzscheidenzellen aus.

Die innere Schutzscheidenauskleidung der Röhre steht unten mit dem eingeschlagenen Rande der äusseren, und den sonstigen im First vorhandenen Schutzscheidentheilen, seitlich mit den inneren Theilen der Einzelschutzscheiden und oben mit der inneren Gesammtschutzscheide in Verbindung.

Auch hier ist der Hohlraum der Röhre mit stark verdickten, dunkelbraunen Zellen erfüllt (Taf. XX. Fig. 22), die durch die Lücke

mit dem Mark des Stammes und nach oben mit dem des Astes zusammenhängen.

Beim Austritt des Astes aus dem Stamm, wenn die Röhre in die einzelnen Bündel zerfällt, findet sich hier keine besondere Veränderung der Schutzscheide. Sowohl die innere, als die äussere Gesammtschutzscheide setzt sich in die Internodien des Astes fort und nimmt dabei nach und nach statt der ursprünglichen Kreisform die dem Internodium zukommende Form an.

Es stehen demnach alle inneren Schutzscheiden in der ganzen Pflanze unter sich, und ebenso alle äusseren Schutzscheiden unter sich in Verbindung, während im Knoten eine Vereinigung beider stattfindet.

Bei E. hyemale ist der Knotendurchgang wie bei variegatum; die von hyemale so wenig anatomisch abweichenden Arten ramosissimum und trachyodon dürften wohl auch in dieser Hinsicht sich wie hyemale verhalten.

Hiermit wäre der Kreis der an diesem Orte zu beschreibenden Formen der Schutzscheide bei den deutschen Equisetaceen geschlossen. Es fragt sich nun, welche allgemeine Folgerungen sich aus den mitgetheilten Thatsachen ziehen lassen.

III. Folgerungen.

Zunächst tritt uns wohl die Frage entgegen: Welche Auffassung der Schutzscheide als Gewebtheil scheint nach obigen Beobachtungen geboten?

Es dürfte vielleicht auffallend erscheinen, dass ich hier aus einer rein anatomischen Arbeit Schlüsse ziehen will zur Beantwortung einer Frage, die endgültig nur die Entwicklungsgeschichte erledigen kann. Es ist aber aus mehreren Gründen mir unmöglich, auf die letztere näher einzugehen. Erstens ist die Jahreszeit ungünstig und zweitens wäre es, wenn hier die Entwicklung mit hineingezogen werden sollte, nöthig, dieselbe für alle Formen zu liefern. Bei der grossen Verschiedenheit der Angaben von Hofmeister, Duval-Jouve und Sanio (Botan. Zeit. 1863, 369) über wesentliche Momente der allgemeinen Entwickelung des Equisetum-Stammes ist aber für diesen Fall eine vollkommen neue Bearbeitung geboten, und eine solche würde uns hier wohl zu weit führen; vielleicht finde ich später Gelegenheit dazu.

Sehen wir daher von der Entwickelung hier ab, so bleibt den-

noch ein Eingehen auf die Theorie der Schutzscheide möglich aus dem Grunde, dass der Begriff der letzteren jetzt bedeutend erweitert werden muss. Jede Auffassung, die nicht auch dem erweiterten Begriff, d. h. allen bis jetzt bekannten, als identisch nachgewiesenen Formen der Schutzscheide genügt, müssen wir als nicht richtig verwerfen.

Sehen wir nun zunächst, in wieweit die obige Arbeit neue Formen der Schutzscheide ergeben hat. Ich will dabei zuerst die Schutzscheidenzelle als solche betrachten.

Zuvörderst ist die allgemeine Form derselben mannichfaltiger, als bisher bekannt. Die Schutzscheidenzellen kommen vor fast isodiametrisch (Knoten und Knollen), bis vielmal länger als breit. Sie bilden meist Vierecke, die dann entweder stumpf, oder auch recht schräg enden, zuweilen (im Knoten) sind sie aber auch unregelmässig vieleckig.

Ferner können die gewellten, der Schwefelsäure vorzugsweise widerstehenden Bänder nicht nur auf den radialen Seitenwänden (dann senkrecht verlaufend) und den Querwänden (dann tangential horizontal) vorkommen; sondern auf einer jeden Wand der Schutzscheidenzelle, radialen und tangentialen, kann ein solches Band entstehen, mithin auch im Querschnitt auf jeder Wand ein schwarzer Punkt auftreten. Das gewellte Band verläuft auch auf den Längswänden nicht immer senkrecht, es kann auch horizontal liegen (Schutzscheidenendzellen vgl. S. 322). Endlich können in einer Schutzscheidenzelle mehrere solche senkrechte Bänder vorkommen; dieselbe zeigt dann 3 bis 4 schwarze Punkte im Querschnitt und steht nicht nur mit 2, sondern mit 3 bis 4 andern Schutzscheidenzellen im Zusammenhang.

Die Schutzscheidenzellen führen unter Umständen (Scheide, Stamm) Chlorophyll, das auch in dem aus Inhalt bestehenden braunen Bande dann auftritt. Sie zerreissen oft leicht am schwarzen Punkt.

Dieselben gehen endlich bisweilen ins Parenchym über, indem schwarzer Punkt, Wellung und Widerstandsfähigkeit mehr und mehr verschwinden (E. silvaticum, Knoten von arvense u. s. w.).

Soviel über die Schutzscheidenzellen. Von Formen der Schutzscheide kannte man bisher nur die allgemeine äussere und die specielle. Die erstere wurde im Gegensatz zur Scheidenschicht als „innere Schutzscheide" bezeichnet (Nicolai, das Wachsthum der Wurzel, in Schriften der physikal. öconom. Gesellschaft zu Königsberg. Pr. 1865, S. 71); diese Bezeichnung ist jetzt, nach Auffindung einer

wirklichen inneren, d. h. innerhalb der Bündel verlaufenden Schutzscheide, nicht mehr anwendbar. Die Identität der allgemeinen und speciellen Schutzscheide wurde ausserdem bezweifelt (von Sanio, Bot. Zeit. 1866, 176) und zwar gerade bei Equisetum.

Ich glaube die Identität, nicht nur dieser beiden Formen, sondern auch aller von mir beschriebenen Schutzscheidenformen, in überzeugender Weise dargethan zu haben. Die allgemeine äussere und die Einzelschutzscheide sind verbunden durch Uebergänge in den Aesten von E. litorale und durch den Umstand, dass die Knollen von E. arvense und palustre die letztere, die Rhizome, denen sie ansitzen, die erstere Form zeigen. Die doppelte Gesammtschutzscheide und die Einzelschutzscheide gehen in einander über zwischen Stamm und Rhizom von E. hyemale u. s. w., im Knoten von E. limosum, litorale und der hyemalia. Die innere und äussere Gesammtschutzscheide unter einander verbinden sich in denselben Fällen. Die Zwischenschutzscheiden endlich schliessen sich zum Theil unmittelbar an die Stammschutzscheide an; die freien aber sind den nicht freien so ähnlich, dass beide nicht getrennt werden können.

Diese Formen sind daher als durchaus gleichwerthig zu betrachten und unter der Bezeichnung „Schutzscheide" zu vereinigen. Ihre Nomenclatur gestaltet sich dann, wenn wir die Scheidenschicht von Caspary, die Aussen- und Innenscheide von Sanio, deren Analogie mit der Schutzscheide wohl wahrscheinlich ist, die aber doch sich in manchem Wesentlichen unterscheiden und über die namentlich ich keine eingehenden Beobachtungen angestellt habe, bei Seite lassen, folgendermaassen

Scheidengebilde im Allgemeinen:

A. Scheidenschicht Casp., Aussen- und Innenscheide Sanio.

B. Schutzscheide Casp. (Pringsheim's Jahrb. I. S. 441).

I. Formen, die in bestimmter Beziehung zum ganzen Leitbündelkreise stehen:

Gesammtschutzscheide: vagina tutelaris generalis;

a) äussere Gesammtschutzscheide: vag. tut. gen. externa.

Sie umgiebt sämmtliche vorhandene Leitbündel in ihrer Gesammtheit:

1) bei mehreren Leitbündeln: so bei Equisetum und vielen anderen Pflanzen, verdickt und unverdickt;
2) bei einem axilen Leitbündel. Diese Form ist im Aeusseren mehr der Einzelschutzscheide ähnlich; sie scheint mir aber im Wesen mehr der Gesammtschutzscheide zu entsprechen: sie ist, wie jene in



den bisher untersuchten Fällen, die innerste Rindenzelllage und liegt zur Rinde im Allgemeinen so wie die Gesammt-, nicht wie die Einzelschutzscheide. Elodea, Hydrilla u. A.

b) innere Gesammtschutzscheide: vag. tut. general. interna.

Sie liegt dem System der Leitbündel innerlich an und ist für sich noch nicht bekannt. Zugleich mit der äusseren Gesammtschutzscheide kommt sie vor in drei, jedoch nicht scharf geschiedenen Formen:

1) kreisrund, die äussere stark wellig: E. hyemale u. Verw.;
2) kreisrund, die äussere ebenso: an den Aströhren und dem geschlossenen Leitbündelring im Knoten von E. hyemale u. Verw.;
3) vieleckig mit concaven Seiten und spitzen Ecken, die äussere wenig wellig: Rhizom von E. silvaticum, in einigen Knoten.

II. Formen, die in bestimmter Beziehung zu einem einzelnen Bündel des Leitbündelkreises stehen.

Einzelschutzscheide: vag. tutelaris singularis.

Nur bekannt, und wohl auch nicht anders zu erwarten, als äussere Umhüllung eines jeden Leitbündels. Bei E. limosum und anderen Pflanzen.

III. Formen ohne besondere Beziehung zu einem bestimmten Bündel, oder zum Bündelkreise.

Zwischenschutzscheide: vag. tutel. interfascicularis:

a) im Zusammenhang mit der Schutzscheide der einzelnen oder gesammten Bündel, nicht freie Zwischenschutzscheide, vag. tut. interfasc. connexa (etwa „Aussackungs-Zwischenschutzscheide").

Sie bildet Aussackungen der übrigen Schutzscheiden und umschliesst, ebenso wie die folgende Form, nicht Leitbündel, sondern einige Parenchymzellen.

b) freie Zwischenschutzscheide: vollkommen in sich geschlossen, ohne Zusammenhang mit der Schutzscheide der Bündel: vag. tut. interf. libera.

Die Zwischenschutzscheiden wurden bisher nur bei den Equisetaceen beobachtet.

Wir wollen nun zusehen, wie die verschiedenen Theorien der Schutzscheide sich zu den eben aufgezählten, durchaus identischen Formen verhalten.

Die älteste Ansicht von Schacht und Karsten sah in der Schutzscheide einen „verholzten Verdickungsring“, d. h. eine Zellschicht, welche durch ihre Theilungen den Leitbündelkreis und das zwischen denselben liegende Gewebe gebildet habe und dann verholze und so die Schutzscheide darstelle.

Es folgt unmittelbar aus dieser Annahme, dass dieser „verholzte Verdickungsring“ die Gesammtheit der Leitbündel umgeben muss, dass er nie um einzelne Bündel, noch weniger aber um einzelne Parenchymzellen vorkommen kann. Die Einzelschutzscheiden wurden daher auch schon früher als Beweis der Unhaltbarkeit jener Ansicht angeführt. Es blieb aber damals der Ausweg offen, dass sie mit den Gesammtschutzscheiden nicht gleichwerthig seien. Nachdem dies letztere bewiesen ist, und nachdem die Zwischenschutzscheiden bekannt geworden sind, ist man, wie ich glaube, gezwungen, jene Ansicht von Schacht und Karsten zu verlassen.

Sehen wir nun aber hiervon ab, so bleiben noch zwei Annahmen möglich: Entweder entsteht der ganze Leitbündelkreis von Equisetum sammt den „Zwischengeweben“ aus einem Verdickungsring im Sinne Sanio's, und die Schutzscheidenzellen sind einige der aus diesem Verdickungsringe hervorgegangenen Zellen, in eigenthümlicher Weise umgewandelt. Diese Annahme hat in sich vor der Hand keinen Widerspruch. Oder aber die Leitbündel entstehen einzeln und die Schutzscheiden bilden sich aus den Zellen des allgemeinen Parenchyms des Stammes. Nach der ersteren Annahme sind die parenchymatischen Gewebsmassen zwischen den Bündeln, das „Zwischengewebe“, wesentlich von der Rinde verschieden, da sie eine ganz andere Entstehung haben. Nach der zweiten Ansicht sind Rinde und jene Gewebsmassen, hier „Markstrahlen“ genannt, gleichwerthig, ebenso kann noch innerhalb des Leitbündelkreises solches allgemeines Parenchym liegen, zwischen Bündeln und Mark.

Wir sehen nun, dass die Schutzscheidenzellen sowohl in unmittelbarer Nähe der Bündel nach aussen und innen, als auch zwischen denselben in dem ganzen Zwischenraume vorkommen, da ja bei den verschiedenen Arten die äussere Gesammtschutzscheide verschieden tief zwischen die Bündel eindringt, so dass bei den Arten hyemale u. s. w. gerade am innersten Rande der Markstrahlen Schutzscheide auftritt. Auch sehen wir ja bei der Einzelschutzscheide die Schutzscheidenzellen sowohl aussen und innen am Bündel, als an den Seiten desselben. Nach alledem glaube ich annehmen zu dürfen, dass alle Parenchymzellen, die sich in so gleicher Weise umgestalten können,

physiologisch gleichwerthig sind, d. h. ich halte das Parenchym unmittelbar vor und hinter, sowie zwischen den Bündeln für identisch.

Man könnte hier vielleicht einwenden, dass nach Sanio auch im Korke von Melaleuca Zellen mit schwarzem Punkt vorkommen, die doch darum nicht dasselbe seien, wie jene Parenchymlagen. Die Thatsache ist richtig: jene Korkzellen zeigen in der That einen durch Wellung eines Theils der Seitenwand hervorgebrachten schwarzen Punkt auf dieser Wand im Querschnitt. Darum sind jene Zellen aber noch keine Schutzscheide: ihnen fehlt das zweite Hauptkennzeichen, dass sie, mit Schwefelsäure behandelt, ein Gerüst hinterlassen; jene Zellen widerstehen vielmehr, wie alle Korkzellen, ganz den Angriffen der Säure. Ausserdem zeigen mehrere hintereinander liegende Schichten dieselbe Eigenschaft: es ist nicht eine einzige, scharf gebildete Zellreihe vorhanden. Schliesslich ist der schwarze Punkt nicht so scharf begrenzt, wie bei der Schutzscheide; Wellung der Wände aber kommt ja bekanntlich vielen Zellwänden in höherem oder geringerem Grade zu.

Dass die oben genannten Parenchymlagen identisch sind, widerspricht auch an sich der Sanio'schen Annahme noch gar nicht. Wenn aber nachgewiesen werden kann, dass die äussere Gesammtschutzscheide zur Rinde gehört, so muss auch alles übrige Schutzscheidengewebe zu dem der Rinde gleichwerthigen Parenchym des Stammes gehören. Da aber dies Gewebe sich bis hinter die Leitbündel zieht, so wäre damit der Beweis geliefert, dass auch alles parenchymatische Gewebe, in dem die Schutzscheide verläuft, d. h. auch das Sanio'sche Zwischengewebe der Rinde gleichwerthig ist, d. h. es wäre anzunehmen, dass die Bündel einzeln in einem in sich gleichwerthigen Parenchym entständen, wie dies aus der Stammbildungstheorie von Caspary und Nägeli folgt.

Sehen wir nun zu, was wir über die äussere Gesammtschutzscheide in Bezug auf ihre Entstehung wissen. Wo die Entwicklungsgeschichte gemacht worden ist, hat sie ergeben, dass dieser Gewebtheil zur Rinde gehöre. Es hat dies Nicolai (Wachsthum der Wurzel, Schriften der physik. öconom. Gesellschaft zu Königsberg 1865, S. 54 ff.) nachgewiesen bei der Wurzel von Elodea canadensis, Pisum arvense, Lupinus albus, Alnus glutinosa, Hordeum vulgare u. a.; Sanio hat dasselbe im Stamm von Hippuris vulgaris gefunden, sowie im Stamm von Cardamine pratensis, Saururus cernuus, Huttuynia u. a. Sanio sagt sogar ganz allgemein (Botan. Zeit. 1866, p. 175), er habe die wirkliche Schutzscheide Caspary's (wie sie

bei Hydrilla u. s. w. vorkommt), als zur Rinde gehörig erkannt; er findet es sogar wahrscheinlich, dass die Einzelschutzscheide zur Rinde gehöre (a. a. O. 177). Fügen wir nun hinzu, dass die Schutzscheide, wie sie im Stamm von Equisetum arvense u. s. w. vorkommt, anatomisch keinen Unterschied gegenüber den anderen Gesammtschutzscheiden zeigt, wie sie bei vielen Pflanzen sich finden, bedenken wir ferner, dass die Zellen dieser Schutzscheidenform auch bei Equisetum oft selbst noch im erwachsenen Stengel in ausgezeichnet deutlichem radialem Verbande mit den sie aussen berührenden Rindenzellen liegen, so dürfte es mindestens als sehr wahrscheinlich zu betrachten sein, dass die äussere Gesammtschutzscheide hier zur Rinde gehört. Ist dies aber der Fall, so gehören alle Schutzscheidenformen zur Rinde oder ihr gleichwerthigem Parenchym, und man muss zu letzterem auch die Markstrahlen rechnen, nicht aber dieselben als etwas Besonderes, als Zwischengewebe betrachten. Wir hätten demnach hier ein starkes Argument für die allgemeine Stammbildungs-Theorie von Caspary und Nägeli. Ein weiteres liegt in dem Vorkommen der Schutzscheide in der Scheide, einem Blattorgan. Man ist, wenn man Sanio's Stammbildungs-Theorie annimmt, gezwungen, auch in jedem Scheidenzahn sich einen „Verdickungsring" zu denken, was doch wohl nicht wahrscheinlich.

Ich will mich begnügen, diese Folgerungen aus der Mannichfaltigkeit der Schutzscheidenformen hier kurz angedeutet zu haben. Wenn erst die vollkommene Entwickelungsgeschichte des Equisetum-Stammes vorliegen wird, wird auch in bestimmter Weise die Entstehung der äusseren Gesammtschutzscheide angegeben sein, und es werden dadurch die vorigen Betrachtungen ihren Abschluss erhalten. Da aber dann auch die Frage nach der Entstehung des Stammes von Equisetum an sich eine Beantwortung gefunden haben wird, schien es mir gerechtfertigt, schon jetzt von den bekannten Thatsachen aus jene Frage in Angriff zu nehmen, um zu versuchen, auf indirectem Wege eine Beantwortung derselben zu erlangen. Wie gross die Wahrscheinlichkeit meiner Beweisführung ist, mag der Leser entscheiden; auf Evidenz kann dieselbe an sich keinen Anspruch machen, da sie auf der Analogie beruht.

Ich will schliesslich bemerken, dass, wenigstens bei der Wurzel, vielleicht auch sonst, es nicht unmöglich wäre, dass die Schutzscheide hier nicht die innerste, sondern die zweitinnerste Rindenzelllage ist; bei der Wurzel möchte ich dies sogar für wahrscheinlich halten.



Soviel über die Schutzscheide als Gewebtheil des Stammes; ich will nun noch einige Folgerungen in Bezug auf die Taxologie der deutschen Equisetaceen aus meinen Beobachtungen ziehen.

Bei der grossen Mannichfaltigkeit der beschriebenen Formen der Schutzscheide liegt es nahe, einen Zusammenhang zu suchen zwischen der durch sie bedingten Gruppirung der behandelten Arten und deren sonstiger taxologischer Anordnung. Betrachten wir daher die letztere näher.

Als Haupteintheilungsgrund der Equisetaceen hat man in neuerer Zeit besonders den verschiedenen Bau der Spaltöffnungen benutzt. Die ältere Anordnung nach dem Vorkommen oder Nichtvorkommen besonderer Formen des fruchtbaren Stengels ist wohl deshalb verlassen worden, weil sie, so natürlich und leicht beobachtbar sie auch sein mag, nicht beständig genug war. Man kannte Varietäten der Heterophyadica, die eigentlich zu den Homophyadicis gezählt werden mussten, und ausserdem schien es vielleicht nicht passend, dass die Arten mit einjährigem Stamm, E. palustre und limosum, mit den auch sonst abweichenden Arten mit ausdauerndem Stamm, hyemale und Verwandten, vereinigt wurden.

In diesen beiden Beziehungen war die Eintheilung nach den Spaltöffnungen in Phaneropora und Cryptopora besser. Sie war sehr beständig — man kennt bis jetzt noch keinen Fall, wo ein Cryptoporum freie Spaltöffnungen gehabt hätte, oder umgekehrt — und sie schied streng die Arten mit einjährigem und die mit im Winter ausdauerndem Stengel. Dafür waren die Merkmale nicht mehr so leicht zu beobachten. Nichtsdestoweniger fand diese Eintheilung Beifall, und es ist neuerdings sogar eine generische Trennung der beiden Gruppen, als Equisetum L. und Hippochaete Milde versucht worden (Bot. Zeit. 1866, S. 297).

Auf diese Trennung bin ich nun zunächst darum gezwungen näher einzugehen, weil Milde ausser Anderem auch die Verhältnisse der Schutzscheide zur Trennung benutzte. Unter den 7 Unterscheidungsmerkmalen der beiden Gattungen, die Milde giebt, finden wir nur unter Nr. 5 u. 7 durchgreifende, während die übrigen wohl zur allgemeineren Charaktersirung der Gruppen von Werth sind, an sich aber keine scharfe Trennung bewirken, da sie zwar vorwiegend einer Gruppe, stets aber auch einem Theile der anderen zukommen.

Die beiden scharf durchgreifenden Kennzeichen sind der verschiedene Bau der Spaltöffnungen und der Umstand, dass Equise-

tum entweder gemeinsame oder einzelne „Verdickungsringe" besitze, dass dieselben dagegen in dem Sinne, wie sie bei Equisetum vorkämen, bei Hippochaete ganz fehlten.

Diese Angabe ist thatsächlich unrichtig. Die „Verdickungsringe", d. h. doch wohl ohne Zweifel die Schutzscheide, fehlen nicht nur bei Hippochaete nicht, sondern die Schutzscheide ist hier viel mehr entwickelt, als bei Equisetum, da sie ja doppelt vorhanden ist. Es wäre nun für den Zweck der Trennung der Gattungen dies weniger von Wichtigkeit; es kommt nur darauf an, ob der Bau der Schutzscheide bei Equisetum und Hippochaete constant verschieden ist. Dem ist aber nicht so. Wenn auch die meisten Arten aus der letzteren Gruppe doppelte Schutzscheide im Stamm besitzen, so hat das E. scirpoides Mich., dessen unter der Oberhaut liegende Spaltöffnungen und überwinternde Stengel es zu Hippochaete stellen, nur eine einfache äussere Gesammtschutzscheide im Stamm. Die Schutzscheide giebt demnach kein scharfes Trennungsmittel für Equisetum L. und Hippochaete Milde ab.

Wenn daher die letztere Gattung festgehalten werden soll, so ist sie einzig und allein auf den Bau der Spaltöffnungen und Verschiedenheiten des Habitus gegründet, die allerdings die Gruppen als ziemlich natürliche erscheinen lassen. Es fragt sich nur, ob jenes einzige scharf trennende Merkmal eine genügende Stütze einer Trennung in zwei Gattungen ist. Bestimmte Regeln giebt es hier ja ausser der Analogie nicht; das Einzige, wonach man sich richten kann, sind die übrigen Gattungen, da man doch verlangen muss, dass alle genera dieselbe Rangstufe im System einnehmen. Ich kenne nun kein Beispiel, wo eine Verschiedenheit im Bau der Oberhaut, so wichtig dieselbe auch für das vegetative Leben der Pflanze sein mag, als genügend anerkannt worden ist, um eine Gattung darauf zu gründen; es wäre ja wohl möglich, dass dies doch vorkäme, und wenn die so gebildete Gattung allgemeine Geltung gefunden hätte, hätte Hippochaete Milde denselben Anspruch. Bis eine solche Analogie aber nachgewiesen ist, möchte ich die im Ganzen gegen das übrige Pflanzenreich sowohl abgegrenzte Gattung Equisetum im Sinne Linné's festhalten, namentlich da Zweckmässigkeitsgründe eine Theilung nicht fordern, weil ja bisher nur 27 Arten bekannt sind, so dass Equisetum L. noch immer eine kleine, wohl übersehbare Gattung darstellt.

Kehren wir aber zur weiteren Eintheilung der Equisetaceen zurück. Die erste Gruppe der Phaneropora theilt Milde weiter nach

den gleichen oder verschiedenen Stengelformen; Duval-Jouve, der letzteres zur Hauptheilung benutzt, nach dem Fehlen oder Vorkommen von Spaltöffnungen am Laubstengel. Beides leidet an dem Fehler, dass der Eintheilungsgrund nicht constant ist; ich erinnere nur an E. arvense β campestre C. F. Schultz und E. Telmateja β Braunii Milde. Ausserdem stellt Duval-Jouve dabei E. limosum und palustre zu hyemale und Verwandten, und Milde bringt wenigstens E. palustre unmittelbar zu E. limosum, nicht zu arvense u. s. w. Ich bin der Ansicht, dass die Schutzscheide hier eine natürlichere Gruppirung bewirkt:

1) mit äusserer Gesammtschutzscheide im Stamm: E. silvaticum, pratense, Telmateja, arvense, palustre;
2) mit Einzelschutzscheiden: E. limosum, litorale,

da mir E. palustre mehr Verwandtschaft zu E. arvense u. s. w., als zu E. limosum zu haben scheint. Duval-Jouve findet wenigstens wenig Verwandtschaft zwischen den sonst in eine Gruppe gestellten Arten E. limosum und palustre, denn er nennt das erstere un type très beau et très distinct, das letztere un type presque aussi isolé que E. maximum. Wie dem aber auch sein mag, jedenfalls ist die Eintheilung nach der Schutzscheide nach den bisherigen Erfahrungen ganz beständig.

Die Gruppe der Cryptopora, welche Milde nach der Form der Riefen und nach der Anordnung der Spaltöffnungen in den Furchen weiter theilt, lässt sich auch nach der Schutzscheide in Gruppen zerlegen. Wenn zunächst Milde die sämmtlichen Formen E. robustum Al. Br., laevigatum Al. Br., hyemale L., trachyodon Al. Br., variegatum Schleich., ramosissimum Desf., scirpoides Mich. für Varietäten einer Art erklärt (die höheren Sporenpflanzen Deutschlands 1865, p. 115), so muss ich, bei aller Hochachtung vor dem Urtheil des Monographen der Familie, wenigstens in Bezug auf E. variegatum und scirpoides die Richtigkeit dieser Annahme bezweifeln, so lange nicht auch die Unterschiede, welche die genannten beiden Arten in Hinsicht auf die Schutzscheide den übrigen gegenüber zeigen, als unbeständig nachgewiesen sind. Diese Unterschiede bestehen darin, dass E. scirpoides eine äussere allgemeine Schutzscheide in Stamm und Rhizom hat, und dass E. variegatum sowohl im Rhizom als Stamm doppelte Schutzscheiden besitzt, während die übrigen untersuchten Arten der Gruppe (Hippochaete Milde) im Stamm eine doppelte Gesammtschutzscheide, im Rhizom Einzelschutzscheiden besitzen. Gleichzeitig zeichnen sich auch im Habitus E. varie-

gatum und scirpoides wohl noch am meisten von den oben genannten, allerdings ähnlichen Formen aus.

Die sämmtlichen untersuchten Arten von Equisetum liessen sich nun mit Benutzung der durch die Schutzscheide gegebenen Merkmale in folgender Weise anordnen:

I. Equiseta phaneropora Milde: Spaltöffnungen in der Oberhaut selbst liegend.
 1) Univaginata: mit äusserer Gesammtschutzscheide im Stamm.
  a) Stichopora Milde. Spaltöffnungen an den Seiten der Rillen meist in einer einzigen Linie angeordnet:
   Equisetum silvaticum L., pratense Ehrh.;
  b) Anomopora Milde. Stengel ohne Spaltöffnungen, oder diese unregelmässig zerstreut:
   E. Telmateja Ehrh., arvense L., palustre L.
 2) Singulivaginata: mit Einzelschutzscheiden im Stamm:
   E. limosum L. (E. litorale Kühlew.).
II. Equiseta cryptopora Milde (Hippochaete Milde): Spaltöffnungen unter der in einer Querspalte aufgerissenen Oberhaut liegend.
 1) Bivaginata: mit doppelter Gesammtschutzscheide im Stamm.
  a) Heterocormia: mit Einzelschutzscheide im Rhizom:
   E. hyemale L., ramosissimum Desf., trachyodon Al. Br.;
  b) Homocormia: mit doppelter Gesammtschutzscheide im Rhizom:
   E. variegatum Schleich.
 2) Univaginata: mit äusserer Gesammtschutzscheide im Stamm:
   E. scirpoides Mich.

Da ich nur etwa die Hälfte der bekannten Arten untersucht habe, so darf ich diese Anordnung nur als einen Versuch hinstellen. Wenigstens haben die auf die Schutzscheide gegründeten Theilungen den Vorzug der Beständigkeit.

Aber noch in einer anderen Beziehung giebt die Untersuchung der Schutzscheide der Equisetaceen über eine systematische Frage Aufschluss: über E. litorale Kühlew.

Zunächst folgt daraus, dass diese Form, von mehreren Standorten entnommen, stets die Schutzscheidenform des E. limosum zeigte, wenigstens, dass E. litorale dem E. limosum sehr nahe stehe, dass also, wenn E. litorale ein Bastard ist, wohl E. limosum bei der Bildung desselben betheiligt sein muss. Es wird durch diese anatomische Beobachtung daher die von Rabenhorst einmal ausgespro-

chene Ansicht: E. litorale sei eine Varietät von arvense, sowie die Annahme Juratzka's: es sei E. arvensi-palustre, sehr unwahrscheinlich. Wir finden aber auch unmittelbar in der Bildung der Schutzscheide von E. litorale Stützen der jetzt allgemein zur Geltung gekommenen Ansicht, dass hier ein Bastard von E. arvense und limosum vorliege. Während ich nämlich stets bei allen von mir untersuchten Exemplaren auch im Rhizom Einzelschutzscheiden fand, sagt Duval-Jouve bei der Beschreibung des letzteren: la guirlande de séparation est fortement marquée: ses ondulations suivent la direction normale et sont dès lors en sens inverse de celle de la circonférence externe (H. n. d. E. d. F. 190). Es ist danach anzunehmen, dass Duval-Jouve eine Form von E. litorale vorlag, die im Rhizom eine äussere Gesammtschutzscheide besass. Der Umstand aber, dass hier bald die Schutzscheidenform von E. limosum, bald die von E. arvense vorkommt, würde stark zu Gunsten der oben angeführten Annahme von Lasch und Milde sprechen.

Ferner zeigt sich eine bemerkenswerthe Verschiedenheit zwischen E. litorale und limosum in der Art und Weise, wie die Schutzscheide des Stammes in den Ast übergeht. Während im Ast von limosum nur innerhalb der Röhre eine doppelte Gesammtschutzscheide, dann aber gleich die Einzelschutzscheide auftritt, finden wir bei E. litorale zwischen diesen beiden noch eine Strecke hindurch die einfache äussere Gesammtschutzscheide, die Form von E. arvense. Auch hierin dürfte wohl eine Andeutung der Bastardnatur der Pflanze liegen.

Wenn ich nun auch glaube, dass die letztere durch andere, schlagendere Gründe längst als E. arvensi-limosum nachgewiesen ist, so schien es mir doch nicht unwichtig, auch von Seiten des anatomischen Baues eine Antwort auf jene Frage zu suchen, namentlich, da schon früh die allgemeinen Verhältnisse der Gewebe im Querschnitt von Milde in dieser Hinsicht benutzt worden sind.

Dies etwa wären die Folgerungen, die ich schon jetzt aus meinen Beobachtungen über die Schutzscheide der deutschen Equisetaceen ziehen zu dürfen glaube. Die Entwicklungsgeschichte wird hier wohl noch viel reichhaltigere Resultate geben.

beendigt d. 24. November 1866.

Schlussbemerkung. Erst nachdem gegenwärtige Abhandlung bereits druckfertig gemacht war, erhielt ich die eben erschienene Monographia Equisetorum von Milde (N. Acta Acad. Leop. Carol. Bd. 32. Th. 2). Nach dem eigenen Ausspruche Milde's (a. a. O. 142) „ist es ihm nicht gelungen, in die anatomischen Details der

wahren Schutzscheide oder des Verdickungsringes einzudringen." Demgemäss finden wir hier auch über dieselbe keine genaueren Beobachtungen. Milde lässt es zweifelhaft, ob die Equiseta cryptopora eine Schutzscheide besitzen, oder nicht: doch scheint ihm Letzteres „schon fast ganz sicher". Er schreibt ferner allen phaneroporis, ausser E. limosum und litorale, gleichzeitig „specielle und allgemeine Verdickungsringe" zu, und spricht selbst den Wunsch nach einer genauen anatomischen Untersuchung aller dieser Verhältnisse aus.

Es ist ferner zu bemerken, dass er die Verschiedenheit im Bau der Schutzscheide von E. limosum und palustre schon im System verwendet (a. a. O. 171).

Königsberg d. 18. April 1867.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XVIII — XX.

Taf. XVIII. Fig. 1. Querschnitt eines Stammes von Equisetum palustre. B die Leitbündel. MH Mittellücke. FL Furchenlücke. a S äussere Gesammtschutzscheide. Vergrösserung $^{26}/_1$.

Fig. 2. Ein Theil des vorigen, stärker vergrössert. KL Kantenlücke; die übrigen Bezeichnungen wie bei Fig. 1. Der Pfeil drückt die Richtung von innen nach aussen aus. Vergr. $^{160}/_1$.

Fig. 3. Querschnitt durch ein Rhizom von E. silvaticum. i S innere Gesammtschutzscheide; sonst wie bei Fig. 1. Vergr. $^{26}/_1$.

Fig. 4. Ein Theil davon stärker vergrössert. Bei P sind einige Zellen der inneren Gesammtschutzscheide am schwarzen Punkt zerrissen. V stark verdickte Zellen ausserhalb der äusseren Gesammtschutzscheide. Sonst wie bei Fig. 1. Vergr. $^{160}/_1$.

Fig. 5. Querschnitt durch ein Rhizom von E. litorale Kühlew. ES Einzelschutzscheiden. Vergr. $^{26}/_1$.

Taf. XIX. Fig. 6. Ein Theil davon stärker vergrössert. Vergr. $^{160}/_1$.

Taf. XVIII. Fig. 7. Querschnitt durch einen Stamm von E. variegatum. Bezeichnungen wie vorher. Vergr. $^{26}/_1$.

Fig. 8. Ein Theil davon stärker vergrössert. Vergr. $^{160}/_1$.

Taf. XIX. Fig. 9. Uebergang zwischen Stamm und Rhizom von E. hyemale. Ein Leitbündel, dessen Einzelschutzscheide einerseits rechtwinklig geworden ist, andererseits eine Spitze seitlich vorgestreckt hat. Querschnitt. Vergröss. $^{160}/_1$.

Fig. 10. Dasselbe. Der Raum zwischen 2 noch unveränderten Einzelschutzscheiden. Vergr. $^{160}/_1$.

Fig. 11. Dasselbe. Verbindung zweier vorgestreckter Spitzen durch dreipunktige Zellen (d P). Vergr. $^{160}/_1$.

Fig. 12. Dasselbe. Zwei Zwischenschutzscheiden im Querschnitt (Z S). b das braune, aus Inhalt bestehende Band. Vergr. $^{160}/_1$.

Fig. 13. Dasselbe. Eine Zwischenschutzscheide (Z S) ist durch vierpunktige Zellen (v P) links mit einer noch ziemlich unveränderten Einzelschutzscheide, rechts mit der weit vorgestreckten Spitze einer solchen verbunden. Vergr. $^{160}/_1$.

Fig. 14. Dasselbe. Ende einer Zwischenschutzscheide im Querschnitt. P das Vieleck. (Vgl. S. 322.) Vergr. $^{160}/_1$.

Taf. XX. Fig. 15. Die beiden Enden einer freien Zwischenschutzscheide von E. hyemale nach Behandlung eines dickeren Längsschnitts mit Schwefelsäure. P die Vielecke, entsprechend Fig. 14. Die Ecken und Kanten der Zellstoffgerüste P, $P_{,,}$ $P_{,,,}$ liegen vorn, P_{IV} P_{V} hinten. Vergr. $^{160}/_{1}$.

Fig. 16. Ansatz einer Aussackungs-Zwischenschutzscheide an eine Einzelschutzscheide; von E. hyemale L. Die mit o bezeichneten Gerüstkanten liegen vorn, die u hinten. Rechts sind die letzteren der Einfachheit wegen nicht gezeichnet. s die benachbarten, nicht so gut wie die übrigen ausgebildeten Gerüstkanten. Vergr. $^{160}/_{1}$.

Taf. XIX. Fig. 17. Querschnitte durch das vierte Internodium eines dünnen Astes von E. litorale, mit Weglassung der Rinde. Uebergangszustand zwischen Einzel- und Gesammtschutzscheide. v P vierpunktige Zellen. Vergr. $^{160}/_{1}$.

Taf. XX. Fig. 18. Querschnitt einer Wurzel von E. variegatum. J Zwischenzellräume. S Schutzscheide; v die innerhalb der Zellen der letzteren, mit denselben im radialen Verbande liegenden Zellen. Vergr. $^{160}/_{1}$.

Fig. 19. Schematische Figur des Ueberganges der äusseren Gesammtschutzscheide in Ast und Scheide. o die grundständige Scheide des Astes. sch die Stammscheide; st der Scheidenstrang. w Wurzelstrang; die Schutzscheide punktirt. a S äussere, i S innere Gesammtschutzscheide. F L Furchenlücke. Nach E arvense β nemorosum Al. Br. Vergr. $^{17}/_{1}$.

Fig. 20. Schematische Figur des Ueberganges der Einzelschutzscheide in den Ast und

Fig. 21 in die Scheide. Nach E. limosum. Bezeichnung wie bei 19. Vergröss. $^{20}/_{1}$.

Fig. 22. Schematische Figur des Uebergangs der doppelten Gesammtschutzscheide in Ast und Scheide. E Einzelschutzscheide; $F_{,,,}$ F_{IV} die Firste an der oberen Lücke. Sonst Bezeichnung wie bei 19. Nach E. variegatum. Vergr. $^{26}/_{1}$.

Fig. 23. Schematische Darstellung des Verlaufs der Einzelschutzscheide im Knoten. G Gesammtschutzscheide. E o obere, E u untere Einzelschutzscheide. F o oberer, F u unterer First. Nach E. limosum. Vergr. $^{40}/_{1}$.

Fig. 24. Schematische Darstellung des Verlaufs der doppelten Gesammtschutzscheide im Knoten. F, $F_{,,}$ $F_{,,,}$ F_{IV} die vier Firste. E die zeitweilig auftretenden Einzelschutzscheiden. P die Lücken. G. Gesammtschutzscheide. Nach E. variegatum. Vergr. $^{60}/_{1}$.

Grundlinien zu einer vergleichenden Anatomie der Laubmoose.

Von

Dr. P. G. Lorentz.

(Mit Taf. XXI — XXVIII.)

Die vergleichende Anatomie ist einer derjenigen Zweige der Botanik, welche noch am wenigsten angebaut sind.

Nicht als ob es an ausgezeichneten anatomischen Arbeiten fehlte, welche auch Stoff zu mancherlei Vergleichungen in systematischer Beziehung bieten — schon das praktische Bedürfniss nöthigte zu mancherlei solchen comparativen anatomischen Arbeiten, — auch bei systematischen Monographien wurde gelegentlich in mehr oder weniger eingehender und gründlicher Weise auf die Anatomie der verglichenen Arten Rücksicht genommen, aber meist waren es doch andere Gesichtspunkte, welche die Anatomen leiteten, der rechte Gedanke der vergleichenden Anatomie ist nur in sehr wenigen Botanikern lebendig geworden. Am reinsten aufgefasst hat ihn, so viel mir erinnerlich ist, nur Chatin, theilweise haben auch Hartig, Sanio u. A. in dieser Richtung gearbeitet.

Dieser Gedanke ist aber einfach, die anatomischen Verhältnisse der verschiedenen Pflanzenarten allseitig zu untersuchen unter dem Gesichtspunkte, die gesetzmässigen Beziehungen derselben zu der Gesammtheit der übrigen Kennzeichen, zu dem Begriffe der Art, Gattung, Ordnung, Klasse u. s. f., zum ganzen Gange des natürlichen Systems als Ausdruck der Phylogenie aufzufassen und unter leitende Gesichtspunkte zu bringen.

Es ist wohl versucht worden (von Schleiden), eine solche gesetzmässige Beziehung der anatomischen Verhältnisse der Pflanzen zu ihren übrigen Kennzeichen, aus denen sich ihre systematische Anordnung aufbaut, kurzweg abzuleugnen.

Theilweise steht diese Ableugnung wohl, wenn ich nicht irre, in enger Verbindung mit jener Ausführung über den Unterschied von Pflanze und Thier, der auch in der 3ten Auflage (eine spätere ist mir nicht zur Hand) wiederkehrt: „Bei der Pflanze tritt das Kindesalter des Bildungstriebes ein; selbstständig geworden erfindet die Natur sich eine eigne Form, die bei ihrer Einfachheit doch durch Combination die Möglichkeit einer grossen Mannigfaltigkeit gewährt, und in voller Freude über den Fund kann sie nicht aufhören, immer neu zu bilden. In der Lust des Spiels scheint sie alles Andre zu vergessen, mit kindlichem Stolze trägt sie die bunten wechselnden Gestalten zur Schau, die sie geschaffen, sie kennt kein Verheimlichen, Verstecken, denn ihr sind Zwecke noch fremd, nur die reine Lust am Schönen leitet ihr Bestreben, und höchstens lässt sie wie ein muthwilliges Kind ihren bizarren Launen zuweilen den Zügel schiessen. Aber die Kindheit geht vorüber und sie lernt nach Zwecken handeln; jetzt wird Form und Schönheit nicht mehr höchstes, allein bedingendes Princip, sondern dem Nutzen untergeordnet, zugleich aber verhüllt sie weise die Mittel, wodurch sie ihre Zwecke erreicht u. s. f. . . . Wenn wir also Anatomie als die Lehre von den Organen ansehen, so wird dieselbe Wissenschaft bei den Thieren eine Untersuchung des Innern (Anatomie), bei den Pflanzen eine Betrachtung des Aeussern (Morphologie) werden." — Zum Theil stiess sich Schleiden an scheinbaren Incongruenzen zwischen dem innern Bau und der systematischen Stellung (z. B. der Gefässlosigkeit bei Lemna). —

Ich glaube, Schleiden hatte Unrecht.

Schon a priori, bin ich überzeugt, lässt sich vermuthen, dass eine gesetzmässige Beziehung zwischen innerem Bau und äusserer Gestalt bestehen muss; es wäre ganz gegen alle Analogie in der organischen Welt, wenn es anders wäre. Es kommt nur darauf an, die richtigen Gesichtspunkte aufzufinden, und wenn uns eine flüchtige Untersuchung scheinbare Incongruenzen ergiebt, so wird sicher eine gründlichere und tiefere Forschung dieselben aufheben und die Gesetzmässigkeit erkennen lassen. Doch es ist unnütz a priori zu speculiren, da ich durch die nachfolgenden Untersuchungen bewiesen zu haben glaube, dass, für die Moose wenigstens, eine solche

gesetzmässige Beziehung besteht, wenn wir dieselbe auch leider für jetzt nur empirisch aufzufassen vermögen und ihr tieferer Grund uns noch verborgen ist.

Ich glaube mich nicht zu täuschen, wenn ich dieser Ansicht Schleiden's einen hemmenden Einfluss auf die Entstehung und Entwicklung einer comparativen Phytotomie zuschreibe, ich glaube aber, dass jetzt die Zeit gekommen ist, dieses Vorurtheil abzuschütteln, wo für die Systematik ein neues Leben, eine neue Aera beginnt.

Selbst der eifrigste Systematiker wird nicht leugnen wollen, dass die Systematik in den letzten Jahrzehnten etwas in Stagnation gerathen war; der Ueberfülle neuer Materialien, welche unsere Sammlungen und Bücher bereicherte, entsprach nicht ein gleicher Zuwachs neuer schöpferischer Ideen, beherrschender Gesichtspunkte [1]).

Bei diesem Zustande der Systematik konnte man sich mit den hergebrachten Kennzeichen sehr wohl begnügen, und machte nur darin einen Fortschritt, dass man dieselben nach den Grundsätzen der neueren Morphologie wissenschaftlicher bezeichnete und verwerthete; die schwachen Anfänge einer vergleichenden Anatomie fanden nur in einzelnen Fällen systematische Verwendung; eine vollständige vergleichende Anatomie, trotz der Fülle neuer Kennzeichen, die sie darbieten musste, wäre sicher den Systematikern eher eine Last gewesen, als dass sie einen Fortschritt, etwas für ihre Gesichtspunkte Fruchtbares und Verwendbares darin gefunden hätten.

Jetzt scheint aber ein günstigerer Stern für die Schöpfung einer vergleichenden Anatomie aufzugehen. Mit der immer mächtiger werdenden Verbreitung der Darwin'schen Ideen löst sich allmählich die Eisrinde des vielfach waltenden Marasmus von der systematischen Forschung und ein neues Leben fängt vielfach an zu pulsiren. Die systematischen Abtheilungen werden nicht mehr logisch, sondern genetisch gefasst; eine Fülle fruchtbarer Gesichtspunkte ergiebt sich daraus und es wird in neuen Richtungen geforscht; in der That, wer seine Wissenschaft ernstlich liebt, muss sich dieses beginnenden neuen Lebens freuen, auch wenn er vielleicht überzeugt ist, dass die Darwin'sche Hypothese ein zu überwindender Standpunkt ist.

---

1) Die caleidoscopische Zusammenfügung der bekannten Thatsachen zu neuen Systemen kann ich nicht leicht als Vortheil für die Wissenschaft erachten. Nur wenn mit riesenhaft anwachsendem Material sich eine solche Fülle neuer Ideen einstellt, dass der alte Rahmen unbedingt zu eng erscheint, oder wenn an dem bekannten Material sich neue Beziehungen, durchgreifende neue Kennzeichen offenbaren, halte ich ein neues System für geboten. Sonst dürften die Nachtheile eines solchen immer das etwaige [illegible] was es dem Bestehenden gegenüber bringt, überwiegen.

So wird sich die in der Regeneration befindliche Wissenschaft nicht mehr gleichgültig oder ablehnend verhalten gegen einen Zweig derselben, der theils für sich, theils in seiner gesetzmässigen Verknüpfung mit den andern Kennzeichen tiefe Blicke in die gegenseitigen Beziehungen der Pflanzengruppen, ihre Entstehung aus einander u. s. f. verspricht, und ist zu hoffen, dass die vergleichend anatomische Forschung bald mehr Freunde und Bearbeiter finden werde.

Der zweite Umstand, den ich für die Bildung und Entwicklung einer vergleichenden Anatomie für günstig erachte, ist die Zunahme der monographischen Forschung. Keinen Botaniker dürfte es jetzt geben, der sich die Aufgabe gestellt hat, das ganze Pflanzenreich mit gleicher Gründlichkeit zu beherrschen, wohl jeder Forscher begnügt sich mit einer allgemeineren Uebersicht, und wer systematisch arbeitet, hat sich eine kleinere oder grössere Pflanzengruppe vorgesetzt, die er monographisch bearbeitet. Dies ist besonders bei den Cryptogamen der Fall und leistet natürlich einer gründlichen, eingehenden und allseitigen Kenntniss von diesen bevorzugten Pflanzengruppen ungemeinen Vorschub.

Besonders für die anatomischen Kenntnisse im Gebiete einzelner cryptogamischer Pflanzengruppen hat dieses monographische Streben schon die schönsten Früchte getragen, und die Phycologie und Lichenologie nähern sich schon, Dank vieler ausgezeichneter Einzelforschungen, dem Vollbesitze einer vergleichenden Anatomie.

Auch bei den Moosen hätte eine Anzahl von Thatsachen, welche durch einzelne Forscher bekannt wurden, wohl einen gewichtigen Hinweis geben können, welche Früchte von einer eingehenderen anatomischen Untersuchung der Moose auch für die Systematik zu erwarten gewesen wäre.

Voran stehen die Schimper'schen Untersuchungen über die Sphagna. Für diese Pflanzenfamilie hat Schimper eine vollständige vergleichende Anatomie begründet, und die systematische Wichtigkeit seiner Blatt- und Stengelquerschnitte leuchtet sogleich ein. Ich wenigstens greife bei zweifelhaften Sphagnum-Formen zuerst nach diesen Merkmalen, um mir eine Ansicht zu bilden.

Vielleicht trug die Fremdartigkeit der Sphagninae gegenüber den Bryinae die Schuld, dass dieses Beispiel nicht befruchtender auf das Studium der letzteren zurückwirkte; derselbe Umstand mag bei einigen anatomischen Untersuchungen Karl Müller's, welche besonders abweichende Moosformen betreffen, der Grund gewesen sein, warum die eruirten Thatsachen nicht eine grössere Tragweite

erlangten, als K. Müller selbst denselben gegeben. Unger stellte eine Untersuchung über den Bau des Stengels der Laubmoose an, die bereits fast alle Verschiedenheiten aufweist, welche im Nachfolgenden ihre Darstellung finden werden, und hat dieselben auch bereits unter leitenden Gesichtspunkten zusammengefasst. Dass diese Andeutungen ganz wirkungslos für das System vorübergingen, kann nur aus dem Beharrungsvermögen der Bryologen erklärt werden. Schimper gab in der Bryologie hie und da Querschnitte durch Blattnerv und Stengel, benutzte sie wohl auch zur Vergleichung der Arten (bei Campylopoden und Dicranodontien), aber da diese Zeichnungen bloss empirisch, ohne leitende Gesichtspunkte, gemacht sind, dazu unter zu schwacher Vergrösserung gezeichnet, und vielfach unsicher und unbestimmt gehalten, so konnten sie für die vergleichende Anatomie keine Frucht bringen.

So blieb es mir vorbehalten, die, wie ich glaube, reife Frucht zu pflücken und die Grundlinien einer vergleichenden Anatomie der Moose zu ziehen, so weit meine schwachen Kräfte reichen. Freilich sind meine Untersuchungen nicht ausgedehnt genug, um dieses Ziel als völlig erreicht darzustellen; äussere Verhältnisse hinderten mich, mehr als einige Monate an die Ausführung dieses lange gehegten Gedankens zu wenden, aber ich glaube doch, dass dieselben ausgedehnt genug sind, um leitende Gesichtspunkte zu gewinnen, darauf eine Terminologie zu gründen, ferner unzweifelhaft nachzuweisen, dass gesetzmässige Beziehungen zwischen den anatomischen und den übrigen systematischen Kennzeichen bestehen, und daraus die Wichtigkeit und Bedeutung einer vergleichenden Anatomie so einleuchtend festzustellen, dass künftig kein Bryolog an dieser neu begründeten Doktrin wird vorbei kommen können, ohne sich dem Vorwurfe der Vernachlässigung von Thatsachen auszusetzen, die Jeder, der Anspruch macht, auf der Höhe der Wissenschaft zu stehen und in derselben mitzusprechen, nicht ignoriren kann und darf.

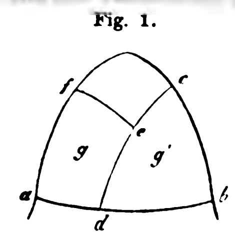
Abtheilung I. Allgemeine Uebersicht.

Capitel I. Vom Blattnerven.

Wenn sich von der Scheitelzelle eines Mooses eine Tochterzelle abgeschnitten hat, die Mutterzelle eines neuen Internodiums, so wächst zunächst deren freie Aussenseite wulstig hervor und bildet eine aus dem Stengel heraustretende Hervorragung; diese gliedert sich dann durch eine Wand ab und die Differenzirung zwischen Blatt und Stengelglied ist fertig (Moosstudien Taf. I. Fig. 21; Taf. IV. Fig. 13 nebst Erklärung). Es ist bekannt, dass dann das Blatt zunächst dadurch wächst, dass die Spitzenzelle sich durch rechts und links, schiefwinklig zu ihrer Axe geneigte Wände theilt.

Die erste Wand, welche die Blattbildung einleitet, wird also eine solche sein, die von dem rechten oder linken die jetzt zur Spitzenzelle eines Blattes gewordene Zelle einschliessenden Bogen ungefähr nach der Mitte der Wand geht, welche besagte Zelle vom Stengel abgliedert (a b letztere Wand, c d erste Wand des neuen Blattes); die nächste Wand e f wird nach der anderen Seite geneigt sein und den anderen freien Bogen der Spitzenzelle einerseits, die letzte Wand c d andererseits berühren. Das junge Blatt hat nun eine Spitzenzelle und 2 Gliederzellen; während nun die Spitzenzelle sich fort und fort in derselben Weise theilt, und immer von Neuem ähnliche Glieder, wie die beiden g g′, aufbaut, bis die Grenze ihrer Entwicklung erreicht ist, erzeugen nur bei einer Anzahl von Moosen die beiden Gliederzellen g u. g′ (sowie die auf sie folgenden ähnlichen) durch weitere Theilungen annähernd gleichwerthige Zellen (wobei wir den Unterschied zwischen Rand- und Mittelzellen, sowie die Unterschiede, welche die spätere verschiedene Ausbildung dieser Zellen hervorbringt, wie die Differenzirnng der Flügelzellen, Unterschiede in der Länge der Zellen in verschiedenen Regionen des Blattes u. s. f., an dieser Stelle ausser Augen lassen).

Fig. 1.





Diese Moose, bei denen dies Verhältniss eintritt, sind solche, die

1) weder Sphagna noch Leucobryaceen sind, d. h. bei denen sich bald jede Zelle in anatomisch und physiologisch ungleichwerthige Zellen theilt (von den Randzellen vieler Sphagna abgesehen), oder bei denen sich doch auf einem grossen Theile der Blattspreite solche ungleichartige Zellen zwischen sonst gleichartige einschieben (neben welchem Verhältnisse dann noch eine weitere Differenzirung zu mittlerem und seitlichem Nerven eintreten kann);
2) solche, die keinen Mittelnerven besitzen.

Ich muss hier bemerken, dass ich die Verhältnisse der Moose, die 2 oder mehrere Nerven besitzen, noch nicht studiren konnte, und daher von diesen in der folgenden Darstellung ganz absehe, mit allem Vorbehalte dessen, was deren genaueres Studium an der Allgemeinheit der folgenden Anführungen ändern könnte.

Von der Anlage und Bildung des Mittelnerven wollen wir zunächst reden.

Während die Spitzenzelle des Blattes fortfährt, sich in der beschriebenen Weise zu theilen, und zwar eine beschränkte Anzahl von Malen, bis das Blatt mit einer bestimmten Zellenzahl angelegt ist, treten nun in den Gliederzellen weitere Theilungen ein, die dann in der Spitze zuerst und in der Basis zuletzt auftreten.

Fig. 2.

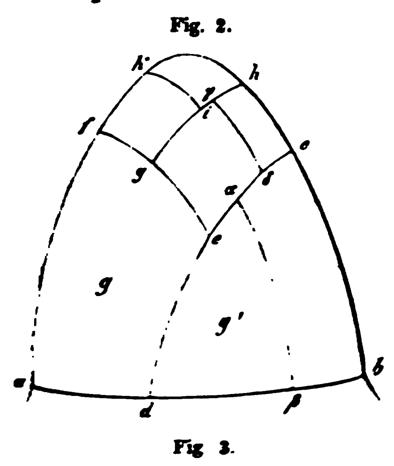


Fig. 3.

Dass der Mittelnerv schon durch die ersten Theilungen der Gliederzellen g g angelegt wird, ist sicher; hinsichtlich des Wie? bestehen zwei Möglichkeiten.

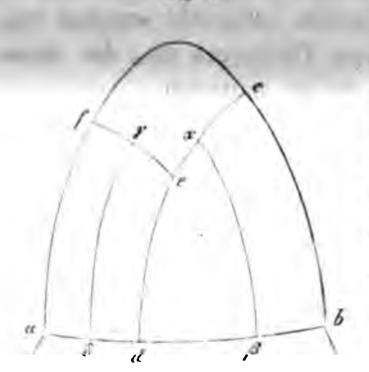
In einer der beiden Gliederzellen z. B. g' bildet sich eine Wand $\alpha\beta$, — beiläufig parallel dem äusseren Contour des jungen Blattes, — die sich an der Wand c d oberhalb e ansetzt und die Wand a b schneidet. Auf dem Querschnitte würde dies beiläufig so aussehen, wie Fig. 3: c d ist die erste Wand, die bloss auf einem Querschnitte median sein wird, auf den anderen in verschiedenem Sinne excentrisch; ihr folgt die Wand $\alpha\beta$. Wir finden nun

3 Zellen vor; die Zelle α d c β in Fig. 3, ein Querschnitt der Zelle α d β in Fig. 2 ist die Mutterzelle des Nerven, die nun ihre eigne Entwicklung einschlägt, zunächst sich in der Regel durch die Wand $\lambda\ \mu$ theilt (nur am auslaufenden Ende des Nerven finde ich bei den bis jetzt untersuchten Arten eine Zelle an der Basis des Nerven), worauf dann durch die weiteren Theilungen $\nu\ \varrho$ u. $\varrho\ \sigma$, ferner $\tau\ \varphi$ und $\upsilon\ \chi$ der Nerv seine einfachste Gestalt erreicht, die ich bis jetzt vorfand (Perichaetialblätter von Amblystegium tenuissimum).

In der folgenden Gliederzelle h g e c Fig. 2 schiede sich dann durch die Wand γ d, die sich oberhalb i ansetzen müsste, eine neue Nervenzelle ab γ g e δ u. s. f. Alle diese Nervenzellen könnten dann nur auf der einen Seite der Blattmediane liegen, der Nerv müsste immer links oder rechts von der Mediane verlaufen.

Obgleich mir nach dem Studium von Querschnitten bei einigen Moosen diese Entwicklung wahrscheinlich erschien, so lässt sie sich doch mit Figuren, wie Moosstudien Taf. II. Fig. 6 u. 7, jedenfalls nicht vereinigen; in solchen Fällen muss vielmehr der Nerv mit mindestens 2 Zellen angelegt werden.

Fig. 4.



Es ist wahrscheinlich, dass in diesem Falle auf Wand $\alpha\ \beta$ rasch eine zweite auf der anderen Seite, $\gamma\ \delta$, folgt; die Blattspreite, mit Ausnahme der Spitzenzelle ist nun in 4 Zellen getheilt, welche die Mediane e d halbirt; jeder Hälfte gehört der halbe Nerv und die halbe Spreite. Nur mit dieser Anschauung lassen sich Figuren wie Moosstudien Taf. II. Fig. 6 u. 7 erklären.

Jeder dieser 2 Theile, die auf diese Weise angelegt sind, Blattspreite und Blattnerv, schlagen nun ihre eigne Entwicklung ein; verfolgen wir zunächst die des Nerven. Dieselbe ist bei verschiedenen Moosen sehr verschieden, bisweilen sehr complicirt, und der Punkt, bis zu welchem wir entwicklungsgeschichtlich genau davon Rechenschaft geben können, ist bald erreicht, wir können von da an nur einfach an der Hand der fertigen Zustände vom Einfacheren zum Zusammengesetzteren fortschreiten.

Wir sahen also den Nerven mit 2 Zellen angelegt. Bei einer Anzahl von Moosen theilen sich diese beiden Zellen nicht wieder als Ganzes durch radiale Wände, sondern die nächste Wand, die in

ihnen auftritt, ist eine tangentiale. Die weitere Entwicklung werden wir dann sogleich weiter verfolgen. In anderen Fällen theilen sich diese beiden Zellen noch je einmal, zweimal oder mehreremal durch radiale Wände; es werden, ehe eine weitere Entwicklung beginnt, eine Anzahl Zellen angelegt, die ich die Grundzellen des Nerven nenne.

Die Zahl dieser Grundzellen, die sich bei dem vollentwickelten Nerven in der Zahl besonders charakterisirter Zellen (der Basalzellen oder der Deuter) verräth, ist, so lange diese Zahl eine geringere ist (2, 4, zuweilen auch 6), meist sehr constant bei der einzelnen Art; wird diese Zahl eine höhere, so erscheint sie bei der nämlichen Art mehr wechselnd, sowohl bei verschieden kräftig entwickelten Blättern, als auch in verschiedenen Höhen desselben Blattes. Aus letzterem Grunde wäre auch, selbst wenn in bestimmter Höhe am Blattnerven die Zahl eine fester bestimmte wäre, als es der Fall zu sein scheint, diese Gesetzmässigkeit äusserst schwer zu eruiren. Im Allgemeinen aber scheint die Zahl der Grundzellen (und mit ihnen die Basalzellen, resp. Deuter) dem Gesetze aller Pflanzenorgane zu folgen, dass je höher ihre Zahl ist, desto mehr dieselbe Schwankungen unterworfen ist.

Die Weiterentwicklung dieser Grundzellen, von der wir gleich zu reden haben werden, scheint übrigens oft nicht in der ganzen Breite des Blattes gleichzeitig einzutreten, sondern centrifugal, so dass in der Mitte bereits tangentiale Theilungen derselben eingetreten sind, während die seitlichen noch ungetheilt erscheinen oder noch gar nicht vollständig angelegt sind.

Ehe ich nun zur Darstellung der einzelnen Bildungen, die uns der Moosnerv zeigt, übergehe, sei gleich erwähnt, dass diese regelmässigen Theilungen und festen Zahlen, die uns als Norm entgegentreten, öfters durch intercalare, abnorme Theilungen getrübt und verhüllt werden, doch nur in wenigen Fällen kann uns das in der Erkenntniss des normalen Sachverhaltes ein wesentliches Hinderniss sein, indem 1) immer das normale Verhältniss das weitaus überwiegende ist, 2) gewisse Hilfskennzeichen meist zur Hand sind, z. B. abweichende Beschaffenheit der abnorm getheilten Zellen u. A.

Bei der Darlegung der Einzeluntersuchungen ist auf diese Abweichungen thunlichste Aufmerksamkeit gewendet worden, bei der folgenden allgemeinen Uebersicht können sie natürlich nur in untergeordneter Weise zur Besprechung kommen.

Damit ein Nerv zu Stande kommt, ist das erste Erforderniss,

dass eine Theilung der Zellen, mit denen er angelegt ist, in tangentialer Richtung stattfinde, denn vor Allem durch seine Mehrschichtigkeit unterscheidet er sich von der umgebenden Blattspreite, die meist einschichtig ist, in seltenen Fällen nur zweischichtig wird[1]).

Bei den einfacher gebauten Nerven mit wenigen Basalzellen ist es ferner Regel, dass die Zellenzahl am Rücken des Nerven grösser ist, als an der Basis — nur am auslaufenden Ende einfach gebildeter Nerven finden sich Ausnahmen: z. B. Brachythecium Ehrenbergii (Abhandl. d. Berl. Academie). Da ferner, wie bereits erwähnt, soweit bis jetzt die Untersuchungen reichen, die Zahl der Basalzellen nicht unter 2 herabgeht in der entwickeltsten Partie des Nerven — eine Basalzelle fand ich nur am auslaufenden Ende einfach gebildeter Nerven; — da endlich, wie hier gleich erwähnt sein mag (der Beweis wird sich bei Darlegung der Detailuntersuchungen ergeben), die beiden Nervenhälften meist im Ganzen und Grossen symmetrisch gebildet sind — abgesehen von den schon erwähnten abnormen intercalaren Theilungen, deren Rolle um so grösser ist, je complicirter und zellenreicher die Nerven sind — so wird die einfachste Form des entwickelten Nerven die sein, die Fig. 3 schematisch angedeutet ist: 2 Basalzellen, auf deren Rücken sich je 2 Zellen befinden.

Diese einfachste Form findet sich bei den Perichaetialblättern

---

1) Es ist schwer, den mannigfaltigen Zellbildungen im Moosblatte gegenüber, den Begriff des Nerven genau zu definiren. Ich bin geneigt ihn in beschränkterer Bedeutung zu fassen: Unter Nerv verstehe ich eine mit vorwiegender Längsausdehnung begabte, also (in den meisten Fällen) linien- bis (z. B. Dicranum albicans) bandförmige Partie des Blattgewebes, die von der Basis aus, constant bei derselben Art an derselben Stelle, sich mehr oder weniger weit der Spitze zu erstreckt und mehr Zellschichten zählt, als das umgebende Blattgewebe. — Durch diese Definition ist der Nerv geschieden von den häufig aber unregelmässig und sporadisch auftretenden Stellen, wo die Blattspreite zweischichtig wird, die aber weder constant an derselben Stelle auftreten, noch bis zur Basis herabreichen; ferner von den einschichtigen, aus verlängerten Zellen bestehenden Blattsäumen, die viele Moosblätter am Rande oder parallel demselben in geringer Entfernung verlaufend, einfassen; ferner von den mehrschichtigen, wulstartigen Verdickungen des Blattrandes, die aber fast nie bis zur Basis herabreichen. (Die seltnen Fälle, wo dies vielleicht der Fall ist, müssen nach Analogie beurtheilt werden.) — Der Nerv zeigt bei derselben Art immer eine grosse Constanz und Gesetzmässigkeit in seiner Bildung und in seinem Auftreten, und erscheint daher als wesentliches Moment in der Bildung der mit demselben begabten Moose, während Auftreten und Zellenzahl bei diesen marginalen Wülsten meist wenig constant ist, daher ich auch sie von der Benennung „Nerven" ausschliessen möchte. — Ob die kurzen mehrzähligen Nerven, bei Drepanien z. B., auch unter den oben aufgestellten Begriff des Nerven fallen, oder ausserhalb desselben, müssen weitere Untersuchungen lehren.

von Amblystegium tenuissimum (Taf. XXVII. Fig. 96); sie ist wahrscheinlich bei Perichaetial- und Perigonialblättern noch weiter verbreitet, vielleicht auch sonst bei Pleurocarpen im entwickelten Nerven; ferner gelegentlich bei auslaufenden (oder vielleicht auch schwach entwickelten) Nerven von Orthotrichen und Grimmien, z. B. Orthotrichum Schubartianum, wo die Zahl der Rückenzellen zwischen 3, 4 u. 5 schwankt.

Die Basal- und Dorsalzellen unterscheiden sich in den angeführten Fällen wenig an Grösse und Verdickung.

Der nächsteinfache Fall ist dann, dass sich eine der Zellen, welche den Rücken der beiden Basalzellen in einfacher Schicht umkleiden, durch eine tangentiale Wand theilt und sich so zwischen die 2reihige Bauchschicht der Basalzellen und die 3-, 5reihige Rückenschicht der Dorsalzellen eine mittlere Zelle einschiebt — z. B. Orthotrichum Schubartianum, O. alpestre, Grimmia apocarpa (Taf. XXIII. Fig. 38 α u. β).

Es ist mir kein Moos bekannt, bei dem der Nerv auf dieser Stufe stehen bliebe; es ist bloss bei den angeführten Arten eine Stufe, die der entwickeltere Nerv beim Auslaufen oder an schwach entwickelten Sprossen auf dem Wege zu den noch einfacheren im Vorigen erwähnten Gestaltungen zurücklegt.

Gewöhnlich theilen sich bei diesen Moosen mehrere Dorsalzellen, es entsteht zwischen ihnen und den Basalzellen eine mehrreihige Schicht, weitere Theilungen treten in den neugebildeten Zellen ein und diese medianen Schichten vermehren sich auf 2—3, bei denen eine Constanz in der Zahl der Zellen nicht weiter wahrnehmbar ist. Zahlreiche Beispiele bei der Darstellung der Detailuntersuchungen von Orthotrichum Schubartianum, alpestre und Sturmii (Taf. XXIII. Fig. 48 α u. β).

Alle die Zellen, aus denen so der Nerv in den bis jetzt besprochenen Fällen besteht, erscheinen dem Auge fast ganz gleichartig, ihre Unterschiede in der Grösse weder irgendwie bedeutend, noch constant. (Ob diese Bildungen bei den Orthotrichen und Grimmien nicht doch anders zu deuten, darüber an späterer Stelle noch ein Wort.) Dabei erscheinen ihre Wandungen durchweg nur unbedeutend verdickt.

Letzteres Verhältniss ändert sich bei einer anderen in den übrigen Verhältnissen ähnlichen Gruppe von Blattnerven, zu denen leider ein grosser Theil der bis jetzt untersuchten Pleurocarpen gehört.

Wir finden daselbst normal 2 Basalzellen, auf dem Rücken der-

selben einen Zellkörper, der aus einer unbestimmten Anzahl von Zellen besteht und sich in eine peripherische Schicht und in Mittelzellen gliedert; alle diese Zellen erscheinen nach Grösse und Verdickung so gleichartig, dass sich für unseren Zweck bemerkenswerthe Unterschiede nicht weiter constatiren lassen, aber alle Zellen erscheinen ziemlich stark verdickt. — Diesen Fall finden wir z. B. bei Pseudoleskea atrovirens (Taf. XXVII. Fig. 89 δ—ϰ), Brachythecium Ehrenbergii (Abhandl. d. Berl. Academie).

Als ebenfalls sehr einfach muss endlich der Bau der Nerven bezeichnet werden, die aus einer unbestimmten Anzahl gleichartiger, ziemlich stark verdickter Zellen bestehen, aber mit einer Mehrzahl von Basalzellen. Dies ist der Fall ebenfalls hauptsächlich bei pleurocarpischen Moosen, so Hypnum commutatum (Taf. XXVII. Fig. 97 δ—λ), Rhynchostegium rusciforme (Taf. XXVII. Fig. 92 δ—λ). Aehnlich ist der Augenschein bei Rhacomitrium protensum (Taf. XXIV. Fig. 41 β—λ); ob dieser Fall nicht anders zu deuten, müssen erst weitere Untersuchungen lehren.

Die zweite weit grössere Abtheilung von Blattnerven ist diejenige, wo die Zellen nicht gleichartig sind, sondern wo sich eine oder mehrere Zellengruppen durch Gestalt, Grösse oder Verdickung vor den andern auszeichnen.

Von den Deutern.

Eine Zellgruppe ist es vor Allem, die auf den Querschnitten der Blattnerven von der bei Weitem überwiegenden Mehrzahl der Akrokarpen sogleich ins Auge fällt, und höchst ausgezeichnet hervortritt durch bedeutendere Grösse und meist schwächere Verdickung der Wandung; dieselbe beginnt von einem Ende des Nerven unmittelbar an der Grenze der Blattspreite und läuft zum andern Ende, abermals bis wieder die ein- (selten zwei-) schichtige Blattspreite beginnt, meist durch die Mitte des Nerven, auf Bauch- und Rückenseite von andersartigen Zellen umgeben, seltner an der Bauchseite desselben, bloss am Rücken von heterogenen Zellen überlagert. — Ausgezeichnete Beispiele dafür werden uns sogleich in Menge begegnen; beispielsweise sei hingedeutet auf Cynodontium virens (Taf. XXI. Fig. 5), Barbula recurvata (Taf. XXII. Fig. 34) u. a. m.

Weil uns diese Zellen sogleich in die Augen fallen auf den Querschnitten der meisten Moosnerven, und uns die erste Aufforderung sind, deren Bau zu studiren und zu deuten durch die Regelmässigkeit ihres Auftretens, nenne ich sie **Deuter, duces.**

Ihre Zahl ist, wie bei den Basalzellen der bisher discutirten Nerven, entweder eine geringere und dann sehr constant, oder eine grössere und dann von geringerer oder doch schwerer zu beobachtender Constanz. Werfen wir einen Blick auf ihre Entstehung.

Wir sahen oben Fig. 3, dass sich die 2 Zellen, mit denen der Nerv angelegt wurde, zunächst durch eine tangentiale Wand theilten; die beiden dadurch abgeschnittenen, auf der Rückenseite des Nerven liegenden Zellen theilten sich nochmals, während die beiden auf der Bauchseite liegenden Zellen ungetheilt blieben. Wir sahen dann bei der weiteren Entwicklung (das Ausführlichere s. bei Orthotrichum Schubartianum, Verhandl. des zoolog. botan. Vereins 1867, Taf. XVII. Fig. 1, 2, 3), dass, als sich zwischen die auf der Rückenseite liegenden, noch einschichtigen (die sich unterdess durch radiale Theilungen noch vermehrt haben können) und die auf der Bauchseite liegenden eine Zelle in die Mitte einschob, diese der Theilung einer Rückenzelle ihre Entstehung verdankte, und dass es ähnlich da der Fall war, wo sich eine einfache Zellschicht zwischen den beiden eben erwähnten Zellgruppen bildete, nämlich dass alle Zellen dieser Schicht durch tangentiale Theilungen von Rückenzellen entstanden. Als nun diese Mittelzellen zahlreicher und mehrschichtig wurden, liess sich nicht wohl mehr ihre Entstehung im Einzelnen weiter verfolgen, doch scheint gewiss, dass keine dieser Zellen ihre Entstehung einer der an der Bauchseite liegenden Zellen verdankt, diese blieben durchaus ungetheilt. — Durch diese erste tangentiale Theilung der beiden Grundzellen des Nerven erhielten wir also 2 Zellgruppen, die eine verschiedene Entwicklung einschlugen: die einen blieben ungetheilt, die andern bildeten sich durch weitere Theilung zu einem mehrzelligen Zellkörper um. In unserem Falle blieben die letzteren Zellen nach Grösse und Verdickung den beiden an der Bauchseite liegenden „basalen" Deutern ziemlich ähnlich, in andern Fällen werden sie demselben sehr ungleich und differenziren sich noch weiter, z. B. bei Tetraplodon urceolatus, Tayloria serrata (Flora 1867), wovon später zu handeln ist.

Dieselbe Entwicklung, die wir hier bei 2 Grundzellen beobachteten, tritt nun auch in solchen Fällen ein, wo mehrere Grundzellen angelegt werden: jede derselben theilt sich durch eine tangentiale Wand, die an der Bauchseite liegende der beiden so entstandenen Zellen bleibt ungetheilt, weitlichtig, wenig verdickt, die auf der Rückenseite liegenden Zellen theilen sich weiter zu verschieden ent-

dadurch vermehrt, dass bei manchen Moosen sich die dem Nerven zunächst liegenden Spreitezellen durch tangentiale Wände unregelmässig theilen, und indem sie so 2—3schichtig werden, den Nerven scheinbar verbreitern; so bei Bartramia, Philonotis, Splachnum sphaericum, Weisia zonata. Wo der Rand des Blattnerven mit 2 weitlichtigen Zellen sich gegen die Blattspreite abgrenzt, rechne ich die untere noch zu den Deutern, wodurch deren Continuität durch den Nerven hergestellt wird.

Von den Begleitern.

Bei sehr vielen Blattnerven, wenn auch nicht so verbreitet, wie die Deuter, und wenn auch bei verschiedenen Moosarten sehr ungleich entwickelt, tritt uns eine Zellgruppe entgegen, welche da, wo sie vollständig ausgebildet erscheint, höchst ausgezeichnet und augenfällig auftritt.

Als Beispiel möge Bryum turbinatum dienen, denn die schon besprochene Fig. 67 β (Taf. XXIV) zeigt diese Zellgruppe in hoher Ausbildung. Wir sehen zwischen den weitlichtigen, relativ dünnwandigen Deutern d und den mit i bezeichneten Zellen auf der Rückenseite der ersteren eine Zellgruppe liegen von ziemlich unregelmässigem, etwas ausgebuchtetem Umrisse, bestehend aus Zellen, welche kleiner als die umgebenden Zellen und äusserst dünnwandig erscheinen. Zuweilen fehlen sogar diese zarten Wände, wir sehen bei manchen Schnitten bloss Hohlräume, denen ähnlich, in denen sich bei anderen Schnitten von derselben Moosart diese zarten Wände befinden, sei es nun, dass dieselben durch den Schnitt, oder durch Resorption zerstört sind, oder dass sie gar nicht zur Ausbildung kamen; bei einzelnen Moosarten gelang es mir noch gar nicht, mehr als jene Hohlräume zu erblicken, und ich konnte in diesen Fällen bloss durch Analogie das Vorhandensein jener zarten Zellen erschliessen.

Ich nenne diese zarten, dünnwandigen Zellen, die sich auf dem Rücken der Deuter, zwischen ihnen und den übrigen Rückenzellen (denn entwicklungsgeschichtlich gehören unsere Zellen zu den Rückenzellen) einschieben, B e g l e i t e r, c o m i t e s, weil ich bis jetzt keinen Fall kenne, wo sie ohne die Deuter auftraten. Wie daher in der Fuge der comes dem dux sich anschliesst, so unsere Zellgruppe den Deutern, daher ich ihre lateinische Benennung von da entnehme.

Diese Begleitergruppe (wo ich sie nicht als Gruppe sehe, sondern bloss den Hohlraum erblicke, an dessen Stelle ich nach Ana-

logie eine Gruppe vermuthe, nenne ich sie wohl auch Begleiterzelle) hat meist das Ansehen, als hätten sich in einer grossen Zelle durch wiederholte Wandbildung kleinere und immer kleinere Fächer gebildet. In dem einen Falle, wo ich die Entwicklungsgeschichte verfolgen konnte, bei Timmia Austriaca, zeigte sich in der That, dass die Begleitergruppe aus einer Zelle hervorgegangen ist und dass diese Zelle den Rückenzellen (auf der Rückenseite der ersten tangentialen Wand in der Grundzelle) angehört.

Wegen des Näheren muss ich auf den Aufsatz in der botanischen Zeitung 1867 (vom 22. Nov.) über Timmia Austriaca verweisen, da ohne die dort gegebene Figur die Sache schwer darstellbar ist.

Dem Kampfe ums Dasein mit den rasch sich theilenden, sich stark verdickenden umliegenden Zellen mag denn unsere Begleitergruppe ihre mehrfach ausgebuchtete, oft sehr verschiedenartige Gestalt, vielleicht auch die Möglichkeit einer stärkeren oder schwächeren Entwickelung verdanken; in manchen Fällen sehen wir sie in diesem Kampfe unterliegen und zu einer flachen, schmalen Linie fast ganz mit Verlust des Lumens zusammengepresst werden.

Diese comites treten in zwei wesentlich verschiedenen Modificationen auf, je nachdem sie sich in Einzahl oder in Mehrzahl vorfinden, der erstere Fall ist der bei Weitem häufigere; ihre Lage ist dann immer in der Mitte des Blattnerven, in dem Winkel zwischen den 2 mittelsten Deutern; ihre Gestalt dann ausserordentlich verschieden: bald bilden sie eine ansehnliche isodiametrische Gruppe von bis 10 Zellen, bald dehnen sie sich lang über die Deuter hin, fast auf der einen Seite die Epidermiszellen des Nervenrückens erreichend, bald ragen sie stabartig mehr nach oben in die verdickten Zellen des Rückens hinein, bald finden sie sich auf eine kleine Zelle in dem Winkel zwischen den beiden mittelsten Deutern beschränkt, die keine theilenden Wände erkennen lässt und sich bloss durch etwas bedeutendere Grösse, weiteres Lumen und buchtige oder eckige Gestalt von den umgebenden Rückenzellen unterscheidet. Es bedarf dann Aufmerksamkeit, um sie nicht zu übersehen, und die Vergleichung mit anderen Schnitten, um sie richtig zu deuten. Solche in Einzahl vorkommende, aus homogenen Zellen bestehende Begleiter nenne ich gewöhnliche, communes.

Eine besondere Form nehmen die in Einzahl vorkommenden Begleiterzellen an bei Mnium (undulatum, affine, Bryum roseum), Taf. XXV. Fig. 72. Wir sehen da eine sehr entwickelte Gruppe im Rücken, und zum Theil auf der Seite umgeben von einer Anzahl klei-

ner, dickwandiger, lebhaft gefärbter Zellen; das Ganze hat grosse Aehnlichkeit mit einem monokotylen Gefässbündel. Die Gruppe liegt in einem zellenreichen, grosszelligen, wenig verdickten Gewebe, das kaum weiter differenzirt erscheint.

Ich hatte nicht Gelegenheit, entwicklungsgeschichtlich zu verfolgen, wie diese verdickten Zellen entstehen, ob durch Verdickung einer Anzahl vorher dünnwandiger Begleiter, ob durch Theilung und Verdickung anderer Rückenzellen. Obgleich mir das Letztere das Wahrscheinlichere ist, aus Gründen, welche ich weiter unten entwickeln werde, bietet sich doch diese Gruppe dem Auge als zusammengehöriges Ganze, und so mag diese Bildung einstweilen als comites heterogenei oder mnioidei bezeichnet werden.

Wenn sich die Begleiter in Mehrzahl vorfinden, so behalten sie entweder Gestalt und Anordnung der gewöhnlichen Begleiter, so Taf. XXI. Fig. 5 β u. δ; oder sie bieten eine wesentlich andere Erscheinung dar. Es ist das von mir schon früher geschilderte Vorkommen bei Polytrichum (Moosstudien S. 19. Taf. IV. Fig. 3—7). Wir sehen hier in der Mitte des Blattnerven zwischen je 2 Deutern eine kleine Zellgruppe auftreten, die sich durch regelmässige Anordnung und schwächere Verdickung ihrer Wandungen von den überliegenden Rückenzellen abheben. Wir sehen sie mit ihren 2 anliegenden Deutern zu regelmässigen Gruppen, Centralgruppen, angeordnet: in der Mitte liegt eine kleine 5eckige Zelle (l. c. Fig. 7 c), die Centralzelle, an der Basis die 2 Deuter, e, von denen jeder je 2 Centralgruppen angehört; im Rücken ist die Centralzelle von je 3 Zellen eingefasst, d u. f, welche ich socii nenne, nur der oberste socius f gehört einer Centralgruppe allein, die beiden seitlichen, d, g sind immer je 2 Centralzellen gemeinschaftlich.

Dieselbe Erscheinung sehen wir bei Atrichum undulatum (Taf. XXVI. Fig. 83 γ), d bezeichnet hier die Deuter, c die Centralzellen, s die socii.

Nicht gar selten kommt es vor, dass die Centralzellen, seltner die socii, sich noch mehrmals theilen und kleine Zellgruppen bilden, welche sich durch Lage und Gestalt als einer Centralzelle oder einem socius gleichwerthig erweisen. Doch ist dies Vorkommen immer das seltnere.

Nach der Blattspitze zu verwischen sich meist die eben geschilderten Verhältnisse durch Verdickung und Theilung der comites.

Ob ich Recht habe, diese Bildung den Begleitern beizuzählen,

oder ob sie als eine ganz verschiedene Zellgruppe zu betrachten ist, werden vielleicht weitere Untersuchungen ausweisen.

Die Begleiter sind weniger verbreitet als die Deuter, letztere kommen zuweilen ohne sie vor.

Ganz fehlen sie, ausser bei den homogenen Nerven, bei ? Bruchia Trobasiana, Gymnostomum rupestre, curvirostre, Dicranum montanum, albicans, undulatum, den Campylopoden, ? Trematodon longicollis, Fissidens adianthoides, taxifolius, ? Alexandrinus, Didymodon rufus, Weisia zonata, Eucladium verticillatum (Trichostomum tophaceum e. p.), Trichostomum Mosis, Desmatodon cernuus, Barbula aloides, inclinata, Alexandrina, ? Brebissonii, Grimmia apocarpa, gigantea, Rhacomitr. protensum, den Orthotrichis, Encalypta ciliata, streptocarpa, ? Calymperes Crügeri, Meesia tristicha, uliginosa, Spiridens Reinwardtii.

Mit gewöhnlichen Deutern in Einzahl sind versehen: Systegium crispum, Pottia Heimii, latifolia, Trichostomum Ehrenbergii, Aaronis, Barbula recurvata, mucronifolia, Grimmia Sinaica, die Splachnaceae, Funariaceae, Bryaceae, Aulacomnium palustre, Rhizogonium spiniforme, Bartramia ithyphylla, Philonotis caespitosa.

Heterogene Begleiter besitzten die beiden untersuchten Mnia und Bryum roseum.

Gewöhnliche Begleiter in Mehrzahl hat Cynodontium virens; abnormer Weise Bartramia ithyphylla; vielleicht in Zweizahl Fissidens Alexandrinus ? ?. Endlich Centralgruppen besitzen die untersuchten Polytrichaceen.

Wir sehen, dass sich Vorkommen und Abwesenheit, sowie Gestalt und Bildung an natürliche Gruppen anschliessen, soweit wir bis jetzt urtheilen können. Die comites fehlen den beiden Gymnostomis, den Dicranaceen, Fissidentaceen, (Leucophaneen); bei den Barbulis scheint sich Vorkommen oder Abwesenheit nach Gruppen zu vertheilen, die in sich wieder natürlich abgeschlossen sind; die Trichostoma besitzen comites, nur einigen wenig entwickelten Arten fehlen sie durch Depauperation, was selbst innerhalb derselben Art begegnet; ferner fehlen sie den Orthotrichis, Rhacomitrium; dagegen besitzen sie die Splachnaceae, Funariaceae, Bryaceae, Bartramiaceae, Aulacomnium, Rhizogonium; Encalypta und Meesia, in ihrem Bau mir noch etwas unklar, entbehren sie. Die Mnia und Polytrychaceae endlich haben ihre eigenthümlich gestalteten Begleiter.

Von den Bauchzellen.

Die eben beschriebenen beiden Zellgruppen, die Deuter und die Begleiter, fasse ich unter dem Namen der Charakterzellen zusammen. Was nun auf der Bauchseite derselben, auf der dem Stengel zugewendeten Seite, liegt, nenne ich Bauchzellen (cellulae) ventrales; was auf dem Rücken derselben liegt, Rückenzellen (cellulae) dorsales. Betrachten wir zunächst die verschiedene Entwicklung, welche wir bei den ersteren beobachten.

Der einfachste Fall ist der, den wir schon oben bei Bryum (Taf. XXIV. Fig. 67 β) ausführlicher betrachtet haben: Die beiden Grundzellen des Nerven theilen sich durch eine tangentiale Wand; jede der so entstandenen basalen Zellen theilt sich abermals durch eine tangentiale Wand, und jede der nunmehr basalen Zellen bleibt weitlichtig und ungetheilt.

Analog wird der Fall sein, wenn die Grundzellen des Nerven mehrere sind, jede sich in der beschriebenen Weise theilt, und die so entstandenen Bauchzellen weitlichtig und ungetheilt bleiben. Dieser Fall findet sich nicht selten an der Basis solcher Nerven, die in verschiedener Höhe eine sehr verschiedene Entwicklung zeigen, häufig auch am Rande des Nerven, nach den beiden Blattspreiten hin, während die Mitte eine stärkere Entwicklung zeigt; ein Fall, wo dies in der ganzen Breite des Nerven stattfindet, und die so entstandenen Bauchzellen weitlichtig und unverdickt bleiben, findet sich an der Basis des Nerven von Campylopus Mülleri und filifolius; weiter oben theilen sich in der Mitte des Nerven diese Bauchzellen durch eine radiale Wand, und verdicken sich, während sie am Rande häufig ungetheilt und unverdickt bleiben. Verhandl. d. zoolog. botan. Vereins 1867.

Diese einschichtigen, weitlichtigen oder verdickten Bauchzellen können sich auch in unregelmässiger Weise in radialer Richtung theilen, Theilungen, die meistens wenig constant sind; Beispiele liefern die Bryen, so u. A. Taf. XXIV. Fig. 67 γ, wo sich die rechte Bauchzelle in zwei getheilt hat.

In der Mehrzahl der Fälle, wo wir Bauchzellen begegnen, finden wir indess dieselben in der entwickeltsten Region des Nerven mehrschichtig, sei es nun in der ganzen Breite der Bauchseite des Nerven oder nur in der Mitte desselben. — Alle die Zellen, die sich zwischen die Basalschicht der Bauchzellen und die Deuter einschieben, verdanken, so weit ich die Sache bis jetzt verfolgen konnte

ausschliesslich den Bauchzellen ihre Entstehung, die Deuter erleiden weiter keine Theilungen in tangentialer Richtung.

Der einfachste Fall des Mehrschichtigwerdens ist der, wenn sich in den Winkeln der Deuter durch Theilung der da gelegenen Zelle durch eine tangentiale Wand eine Zelle einschiebt, so dass die sonst einschichtigen Bauchzellen an dieser Stelle zweischichtig werden; dieser Fall tritt bei Dicranum montanum ein, und die Abbildungen in den Nachträgen zur Bryologie gestatten die Vermuthung, dass es auch noch bei anderen verwandten Arten der Fall ist.

Der nächst complicirte Fall ist, wenn die Bauchzellen in ihrer ganzen Ausdehnung zweischichtig werden, aber die innere Schicht sich von der äusseren nicht unterscheidet, so bei Trichostomum Aaronis (Abhandl. d. Berl. Academie).

Wenn die inneren Bauchzellen mehrschichtig werden, dann geschieht es meist in der Mitte vorwiegend, so dass ein Zellkörper mit gekrümmten Begrenzungsflächen entsteht. Wenn die Bauchzellen mehrschichtig auftreten, dann unterscheidet sich meist die aussen gelegene, die innere Nervenfläche einfassende Schicht derselben dadurch von den anderen, dass ihre Zellen weitlichtiger, oft auch weniger verdickt erscheinen und so eine Epidermis darstellen, während die inneren Zellen sich meist öfter theilen und dadurch kleiner werden und sich ausserdem mehr oder weniger stark verdicken. — In letzterem Falle bezeichne ich die äussere basale Lage der nunmehr heterogenen Bauchzellen als Epidermis, cellulae epidermales; die zwischen der Epidermis und den Deutern liegenden als cellulae intercalares, Füllzellen. — Wenn gesagt ist, dass die Bauchzellen des Blattnerven heterogen sind, braucht dann meist der Epidermis nicht weiter erwähnt zu werden; der umgekehrte Fall, dass die intercalares weitlichtig, die äussersten Zellen englichtig wären, ist bis jetzt noch unentdeckt; wenn die Bauchzellen differenzirt sind, finden wir immer eine weitlichtige Epidermis. — Die Ausbildung der intercalares ist aber bei verschiedenen Moosarten eine so verschiedene, dass über ihre Differenzen hier noch Einiges gesagt werden muss.

Vor Allem ist der Grad der Theilung sehr verschieden, den diese Zellen erreichen; daher auch das Lumen derselben bei übrigens gleicher Verdickung; ich brauche hier der Kürze wegen statt der Phrasen: Zellen mit weitem Lumen und Zellen mit engem Lumen die Adjectiva weitlichtig und englichtig (lateinisch cellulae augustae und angustae), und ist dies eng oder weit selbstverständlich im Verhältniss zu den angrenzenden, anders gearteten Zellen gemeint.

Die Weite oder Enge des Lumens einer Zelle hängt aber von zweierlei ab: von ihrer absoluten Grösse und von der Verdickung ihrer Wandung. Wir begegnen hier bei einigen Moosen (Timmia, Rhizogonium am augenfälligsten) Zellen, die bis zum Verschwinden des Lumens verdickt sind, und deren Wandung dabei so aufquellbar ist, dass sie beim Aufweichen in Kali über die Fläche des Schnittes heraustreten. Ich finde keine kurze Bezeichnung in der botanischen Kunstsprache, die Zellen bedeutete, welche ganz oder fast ganz bis zum Verschwinden des Lumens verdickt sind, zumal keine, die sonst nichts aussagte, als dies. Da aber eine solche Bezeichnung absolut nöthig ist, da auch in Diagnosen dieses Verhältniss bezeichnet wird, so brauche ich dafür das Wort Stereiden, und adjectivisch stereid; stereides vel cellulae stereides, und bei solchen, die sich diesem Verhältnisse annähern: substereid; nehmen wir noch die Ausdrücke dickwandig und dünnwandig, lateinisch kurz statt: cellulae membranis incrassatis instructae: cellulae incrassatae sive crassae und statt cellulae membranis tenuibus instructae: cellulae tenues hinzu, so haben wir eine Skala, die diese wenig von einander abgegrenzten Verhältnisse für unsere Zwecke hinreichend genau bezeichnet.

Eine weitlichtige Zelle kann demnach dünnwandig oder dickwandig sein, eine englichtige dünnwandig, dickwandig, substereid oder stereid, bei letzteren beiden Bezeichnungen versteht sich dann die Englichtigkeit von selbst und braucht nicht besonders bezeichnet zu werden.

Nach Feststellung dieser Skala ist nur zu bemerken, dass die ventrales intercalares alle Stufen derselben durchlaufen; sind sie weitlichtig, so unterscheiden sie sich freilich meist nicht von der Epidermisschicht und müssen daher auf den Namen intercalares verzichten; aber die englichtigen intercalares durchlaufen alle Grade der Verdickung von ziemlicher Dünnwandigkeit bis zur ausgebildetsten Stereidenform, dabei sind sie wieder entweder homogen, oder zwischen die englichtigen stark verdickten Zellen streuen sich weitlichtige ein in verschiedenen Verhältnissen: entweder die Stereiden sind in kleineren Partien scheinbar regellos zwischen die weitlichtigen Zellen vertheilt: Polytrichum, Timmia, oder die weitlichtigen bilden vorzugsweise die äusseren, die Stereiden die inneren Schichten (Timmia), oder die weitlichtigen Zellen sind regellos zwischen die vorwiegenden Stereiden vertheilt (Polytrichum), oder einige weitlichtige Zellen nehmen einen bestimmten Platz in der Bauchregion des Blattnerven ein; es sind meist 2, zuweilen 3 solche Zellen, die sich

unmittelbar unter den Deutern, in der Mitte des Blattnerven befinden. In der höheren Region des Nerven reducirt sich ihre Zahl auf eine, noch höher oben verschwinden sie ganz (Barbula Alexandrina, Abhandl. der Berlin. Akademie); sie vertreten gewissermaassen die Stelle der Begleiter auf der Bauchseite des Nerven, sind mir übrigens bis jetzt bloss von genanntem Moose bekannt.

Ein eigenthümliches Verhalten der Bauchzellen ist ihr Auswachsen zu Lamellen (Polytrichum) oder Zellfäden (Barbula membranifolia, aloides und Verwandte, Pottia acaulis und einigen anderen Arten). Die erste genauere Darstellung dieser Dinge gab K. Müller in seiner Abhandlung „über die Lamellen des Laubmoosblattes“: Linnaea XLIV. S. 99; genauer besprochen habe ich ersteres Verhältniss in den Moosstudien; die Einzelnheiten über Barbula aloides werden bei eingehenderer Besprechung dieses Mooses folgen. Interessant ist, dass dieses Verhältniss an einzelnen Stellen in das für die anderen Arten von Barbula normale zurückschlägt, dass wir statt der Zellfäden an einzelnen Stellen desselben Schnittes eine weitlichtige Epidermis und englichtige, mehrschichtige intercalares finden.

Von den Rückenzellen.

Mit Ausnahme der 2 letzten Punkte: des Auswachsens zu Lamellen und Fäden und jener 2—3 weitlichtigen Zellen in der Mitte des Nerven, — welche auf dem Rücken der Deuter durch die Begleiter ersetzt werden, die aber weit häufiger und regelmässiger auftreten — ist von den Rückenzellen ganz dasselbe zu sagen, wie von den Bauchzellen; sie treten einschichtig und ganz oder theilweise zwei- und mehrschichtig auf; sie sind entweder homogen oder sie scheiden sich in Epidermis- und Füllzellen, letztere können wiederum alle jene oben berührten Grade der Verdickung erreichen und können wieder ihrerseits homogen sein oder aus weit- und englichtigen Zellen unregelmässig oder nach bestimmten Regeln gemischt; Einzelnheiten, die bei Besprechung der einzelnen Moosarten ihren Platz zu finden haben.

Nur zwei Verhältnisse sind hier noch zu berühren; das Auswachsen eines Theiles der Rückenzellen zu Lamellen bei den Campylopoden und die Flügelbildung bei den Fissidentaceen.

Ersteres Verhältniss habe ich noch nicht an Arten, bei denen es am entwickeltsten vorkommt, verfolgt; nach dem untersuchten Materiale ist dasselbe durch zwei Verhältnisse bedingt: das mamillenartige Hervorragen aller Epidermiszellen, und durch die abwech-

selnd ungleich hohe Einfügung der Zellen in der Epidermalschicht des Rückens — das Nähere bei der Besprechung der einzelnen Campylopus-Arten.

Die Verhältnisse der Flügelbildung bei Fissidens sind von mir in den Moosstudien nach Kräften genau erörtert, nur bin ich leider in die Nothwendigkeit versetzt, einen neuen terminus zu schaffen. — Denken wir uns den Flügel weg, so hätten wir einen regelmässig gebildeten Nerven, z. B. Moosstudien Taf. II. Fig. 10; wir haben da 5 basale Deuter, eine von den Füllzellen wohl unterschiedene Epidermis, englichtige, stark verdickte Füllzellen. Nur würden in diesem Falle auch die 4 Zellen im Centrum, die beiden mit x bezeichneten und die zwischen ihnen und den Deutern liegenden, welche hier weitlichtig sind, sich getheilt und verdickt haben und den übrigen Füllzellen homogen geworden sein; nun aber durchziehen sie die Mitte des Nerven, eine Brücke bildend zwischen den weitlichtigen, ventralen Deutern und den ebenfalls weitlichtigen Flügelzellen.

Da sie bei verschiedenen Arten an Zahl verschieden sind, folglich in die Diagnose eingeführt werden müssen, so müssen sie einen besonderen Namen erhalten. Ich nenne sie conjunctivae, Verbindungszellen.

Von Papillen und Mamillen.

Ehe ich zum Bau des Stengels übergehe, füge ich noch einige intercalare Worte über die Blattspreite ein. — Es ist bekannt, wie dem Zellnetze derselben in den letzten Jahrzehenden besondere Aufmerksamkeit geschenkt und hohe Wichtigkeit für die systematische Anordnung eingeräumt wurde. Dass dennoch weder die bildliche Darstellung dieser Verhältnisse in bryologischen Werken den erforderlichen Grad der Genauigkeit erreicht, noch die Bezeichnungsweise des Blattnetzes und seiner Verhältnisse in der Kunstsprache über eine gewisse unbestimmte Allgemeinheit hinausgekommen ist, darüber hatte ich am anderen Orte Gelegenheit, mich auszusprechen. Ich habe hier keine neuen Untersuchungen über diesen Punkt mitzutheilen. Nur hinsichtlich zweier Punkte will ich mir erlauben, eine schärfere Terminologie zu beantragen.

Mit cellulae papillosae wurden bisher zwei ganz verschiedene Erscheinungen bezeichnet: eine knotige, verschiedenartig gestaltete Verdickung der Membran, wie wir sie bei Orthotrichum, Trichostomis, Barbulis und anderen Moosen finden, und eine Hervortreibung



der ganzen Zellwand über die Fläche des Blattes, ohne dass damit eine Verdickung derselben verbunden ist. Im Gegentheile ist diese Hervorragung wie die übrigen Theile der Zelle mit dem Primordialschlauche ausgekleidet und mit Inhalte erfüllt. — Beispiele: Bartramia ithyphylla, Philonotis caespitosa. Es leuchtet ein, dass beide Erscheinungen nichts mit einander gemein haben, wie sie auch ganz verschiedenen Moosgruppen angehören und dass sie deshalb auch verschiedene Namen erhalten müssen. So lasse ich den Hervorragungen der ersteren Art den Namen Papillen und bezeichne die der letzteren Art als Mamillen und spreche demnach von cellulis papillosis und mamillosis [1]). Beides vereint findet sich bei Didymodon rufus.

Vom Blattrand und Blattsaum.

Ferner möchte ich auf eine genauere terminologische Trennung von Blattrand und Blattsaum dringen. — Mit Blattrand bezeichnete man bisher sowohl den äusseren Umriss des Blattes, als auch bestimmte von der übrigen Zellfläche durch Gestalt und Anordnung ihrer Zellen verschiedene bandartige Umsäumungen, die den Blattrand umgeben. Letzteres nannte man wohl auch gelegentlich limbus und gebrauchte diese Bezeichnungen, und die Adjective davon folia marginata und folia limbata promiscue. — Ich glaube aber man soll beides streng scheiden: margo ist der äussere Contour des Blattes, limbus eine von der übrigen Blattspreite verschiedene bandartige Umsäumung, folia immarginata giebt es gar nicht, marginatum ist jedes Blatt, dagegen kann man von foliis limbatis und elimbatis sprechen. Der limbus braucht nicht immer den Rand des Blattes einzunehmen, er kann auch parallel demselben, von ihm durch einige Zellreihen getrennt, verlaufen; so bei manchen Calymperes, bei Fissidens Alexandrinus; wollte man auch hier statt limbus margo gebrauchen, so wären dies folia marginata, bei denen der margo folii juxta marginem verliefe. — Solche Blätter, bei denen das eben beschriebene Verhältniss statt hat, könnte man folia introrsum limbata nennen. — Dagegen kann man wohl sprechen von einem verdickten Blattrande, margo incrassatus, oder sagen: Blattrand durch einen verdickten Blattsaum gebildet.

---

1) Die cellulae mamillosae muss man oft genau anschauen, um die Mamillen nicht für Papillen zu halten, denen sie, am Rande durchschnitten, oft sehr gleichen; die umgekehrte Verwechslung ist kaum zu befahren.

Capitel II. Vom Stengel.

Bietet nun auch der Stengel nicht so grosse Mannigfaltigkeit der Verhältnisse, wie der Blattnerv, so zeigte doch die Vergleichung verschiedener Moosarten einen ziemlichen Reichthum von Verschiedenheiten und zum Theile höchst eleganten Bildungen, der nicht nur an sich grosses Interesse bietet, sondern auch für das System von weittragender Wichtigkeit werden muss. — Viele Unterschiede im Stengelbau, die sich zwischen einzelnen Moosarten und Moosgruppen zeigen, sind freilich bloss graduell, andere dagegen in hervorragendem Grade scharf und bestimmt zu bezeichnen.

Der Hauptunterschied, der bei verschiedenen Moosstengeln sogleich und unmittelbar in die Augen fällt, ist die Anwesenheit oder Abwesenheit eines Centralstranges, d. h. einer Gruppe von Zellen im Centrum des Querschnittes, die sich von dem umgebenden Stengelparenchym sogleich bedeutend unterscheiden.

Ein solcher Centralstrang tritt nach den bisherigen Beobachtungen in zwei verschiedenen Formen auf: die eine wurde bloss bei Polytrichum beobachtet, und ist in den Moosstudien schon ausreichend besprochen; es ist eine Gruppe sehr ungleich verdickter Zellen, deren eine Wand immer sehr dünn und zart erscheint, während die anderen sich stark verdicken; bei Dawsonia superba fanden wir (Moosst. Taf. V. Fig. 15) diese ungleich verdickten mit gleichmässig und stark verdickten untermischt. — Noch stärker entwickelt als bei den in den Moosstudien beschriebenen Arten von Polytrichum tritt dieser Centralstrang bei Polytrichum commune auf, welches neben diesem centralen Strange (und neben den später zu besprechenden Blattspuren) noch kleinere, aber ähnlich gebaute Stränge im Stengelparenchym enthält, deren Bedeutung mir noch räthselhaft ist (Abhandl. der Berl. Academie). Ein Beispiel eines solchen „polytrichoiden" Centralstranges s. auch bei Catharinea undulata (Taf. XXVI. Fig. 83 α).

In allen übrigen Fällen, wo ein Centralstrang vorhanden ist, besteht derselbe aus kleineren, dünnwandigeren Zellen, als das umgebende Stengelparenchym.

Die Ausbildung dieses Centralstranges ist ausserordentlich verschieden, bald besteht er aus 2—3 Zellen, und wird zuweilen bei schwachen Sprossen des Mooses, das in seinen kräftigeren Stengeln einen deutlichen Centralstrang besitzt, ganz obsolet; bald wiederum bildet er einen Complex von mehreren Hundert Zellen; bald geht



das umgebende Stengelparenchym ganz allmählich in ihn über, indem die Zellen desselben nach der Mitte zu allmählich kleiner und dünnwandiger werden; bald ist er ausserordentlich scharf gegen dasselbe abgesetzt, indem 3—4 Zellen desselben auf eine Zelle des umgebenden Stengelparenchyms kommen (Mnium affine). — Nach Unger's Beobachtungen (Sitzungsberichte der K. K. Academie zu Wien, math. phys. Classe, 1861: Ueber den Bau des Moosstengels) kommen auch Centralstränge vor, die aus kleineren, aber eben so stark, ja stärker verdickten Zellen bestehen, als das umgebende Parenchym.

Von den bis jetzt beobachteten Moosen sind es folgende, denen der Centralstrang ganz fehlt:

Gymnostomum rupestre e. p., curvirostre, Leucobryum glaucum (U.[1])), Pottia Heimii am unteren blattlosen Theile des Stengels, ebenso P. latifolia, Eucladium verticillatum, Desmatodon cernuus, Barbula aloides, ruralis (U.), Rhacomitrium protensum, canescens, Braunia sciuroides, Hedwigia ciliata, die Orthotricha, Pseudoleskea atrovirens, Ambystegium fluviatile (U.), serpens (U.), Hylocomium splendens.

Mit Centralstrang versehen dagegen erscheinen:

Systegium crispum, Gymnostomum rupestre e. p., curvirostre, Cynodontium virens, Dicranum albicans, undulatum, die Campylopus-Arten, die Fissidenten, Pottia Heimii und latifolia im oberen beblätterten Theile, Didymodon rufus, Weisia zonata, die Trichostoma, Barbula macronifolia, Alexandrina, recurvata; Grimmia Sinaica, gigantea, Encalypta ciliata, die Splachnaceae, Funariaceae, Bryaceae, Bartramia ithyphylla, Philonotis caespitosa, Aulacomnium, Rhizogonium, Tetraphis pellucida, die Mnia, Fontinalis antipyretica, Brachythecium Ehrenbergii, Camptothecium nitens, Rhynchostegium rusciforme und Hypnum commutatum an den kräftigeren Sprossen, während er bei den schwächsten bis zum Verschwinden verkümmert; Hypnum ochraceum, Spiridens Reinwardtii. Freilich zeigt sich in dem Grade der Entwicklung, wie schon erwähnt, eine grosse Verschiedenheit.

Nach Unger besitzen kleinere, aber nicht dünnwandige Zellen im Centrum des Stengels Dicranum scoparium, Anomodon viticulosus, Thamnium alopecurum, Hylocomium triquetrum. — Die polytrichoiden Stränge besitzen die untersuchten Polytricha und Atrichum undulatum.

Wir sehen, dass bei Weitem die Mehrzahl der erwähnten Moose

1) U. bedeutet, dass ich dieses Moos nach Unger's mehrerwähnter Abhandlung citire.

den Centralstrang besitzt; die höchst entwickelten Moose scheinen ihn ohne Ausnahme aufzuweisen. Wir sehen aus obigem Verzeichnisse, dass nicht alle Moose, über deren Blattbau ich Auskunft geben konnte, auch auf den Stengel untersucht wurden, während ich über den Stengelbau anderer Unger citiren konnte, der nichts über den Blattbau sagt.

Von den Secundärsträngen.

Von anderen Zellgruppen, die sich im Stengelgewebe aussondern und auszeichnen, erwähnte ich schon die Secundärstränge. Sie sind den polytrichoiden Centralsträngen ähnlich, aber schwächer entwickelt, und verlaufen nicht in der Axe des Stengels, welche vom Centralstrange eingenommen ist, mit dem sie sich vereinigen, sondern in Mehrzahl im umgebenden Stengelgewebe; ich fand sie bis jetzt bei Polytrichum commune (Abbildung: Abhandl. der Berl. Acad. Taf. XV. Fig. 1). Dies ist leider Alles, was ich im Augenblicke darüber aussagen kann.

Von den Blattspuren.

Ferner verlaufen bei manchen Moosen die Blattspuren durch das äussere Stengelgewebe bis zum Centralstrange. Je nachdem sich die Charakterzellen im Blattnerven gestalten, sind es entweder Schichten von Centralgruppen, die uns im Stengelgewebe aufstossen (so bei Catharinea undulata Taf. XXVI. Fig. 83 α u. β), oder es ist die Begleitergruppe, welche als ein Complex kleinerer dünnwandigerer Zellen das Stengelgewebe durchsetzt und sich mit dem Centralstrange vereinigt; dies besonders ausgezeichnet bei Splachnum luteum, sphaericum, Voitia nivalis (Flora 1867).

Nicht zu verwechseln sind diese echten Blattspuren mit den falschen Blattspuren. Während einige Blattnerven nämlich nach der Basis zu an Zahl der Zellschichten und an Differenzirung ihres Gewebes nach der Basis zu abnehmen, erreichen andere gerade an der Basis ihre stärkste Entwicklung und verwachsen mit allen ihren Zellen unmittelbar mit dem Stämmchen.

Wenn nun ein solcher Blattnerv mit dem Stengel verwächst, so entsteht dadurch eine bedeutende Anschwellung des Stengels an dieser Stelle, die nach unten allmählich sich auskeilt, wodurch sich auch die Charakterzellen allmählich am äusseren Rande des Stämmchens verlieren.

Wenn sich die Deuter bereits ausgekeilt haben, finden sich dann

noch die Begleiter, bis auch diese und dann die nach aussen gelegenen Zellen sich allmählich verlieren.

Hier gehen demnach die Begleiterzellen nicht weiter ins Stengelinnere ein, als der mit dem Stengel verwachsene Nerv reicht.

Beispiele für dieses Verhältniss bieten in ausgezeichneter Weise die Bryaceen: Bryum turbinatum (Taf. XXIV. Fig. 67 α).

Wenn dagegen ein solcher Nerv, der nach der Basis zu an Zahl der Zellschichten, sowie an Differenzirung der Zellen abnimmt, also flacher und gleichartiger gewebt wird, sich mit dem Stengel vereinigt, so ist dieselbe kaum durch eine flache Anschwellung an dieser Stelle bezeichnet; der regelmässige, beiläufig kreisförmige Stengelumriss wird dadurch wenig verändert; Charakterzellen sind nicht bemerkbar.

Wie sich diese beiden Verhältnisse entwicklungsgeschichtlich gestalten, konnte ich für einige Fälle nachweisen in den Moosstudien S. 19.

Da diese beiden Verhältnisse: eine starke unregelmässige Verziehung des Stengelumrisses durch die verwachsenden Nerven, und eine fast an jeder Stelle regelmässige, fast kreisförmige Gestalt bei einigen Moosen, sehr charakteristisch hervortreten, so bezeichne ich sie mit besonderen Namen; Stengel der ersteren Art nenne ich: verzogen, deformes; der letzteren: regelmässig, regulares (kurz statt caules circuitu deformi praediti und caules circuitu regulari praediti). Beide Verhältnisse sind übrigens bei verschiedenen Moosarten durch allmähliche Uebergänge verbunden.

Es sei hier gleich das bekannte Verhältniss erwähnt, dass zwar die meisten Moosarten mehr oder weniger kreisrunde Stengel besitzen, andere dagegen stumpf 3eckige (Polytricha im unteren Theile des Stengels).

Eine bedeutende Unregelmässigkeit des Umrisses erleiden viele Moosstengel dadurch, dass die Blattbasis nicht in gleicher Höhe mit dem Stengel verwächst, sondern die Blattflügel früher oder später als der Nerv. Dies ist besonders bei Pleurocarpen der Fall, und es bilden sich henkelartige Anhänge durch Theile von Nerven und Blattflügeln, die wir meist sehr schief durchschnitten an dem Stengelquerschnitte angewachsen treffen; s. Hypnum commutatum, Rhynchosteg. rusciforme, Brachythecium Ehrenbergii u. A.

Die Verwachsung der Blätter mit dem Stengel ist ein Capitel, das noch eines eingehenden Studiums bedarf und hübsche Resultate verspricht. Es ist nicht zu zweifeln, dass an jedem Punkte des

beblätterten Stengels einige äussere Schichten desselben verwachsenen Blättern ihren Ursprung verdanken, und diese Zone mag zuweilen von nicht unbedeutender Mächtigkeit sein; die Art und Weise, wie sich nun die Blätter in geometrischer Reihenfolge zu dieser Zone zusammenfügen und übereinanderlegen, ist eine interessante, aber schwierige Frage, deren Beantwortung ich leider nicht unternehmen konnte; bei Betrachtung der Querschnitte waren mir diese Verhältnisse oft räthselhaft.

Das übrige Stengelparenchym zeigt sich nun zuweilen fast ganz gleichmässig gewebt, indem die Zellen in der Mitte und am Rande keine oder nur geringe Unterschiede in Grösse und Verdickung zeigen (ohne Centralstrang bei Barbula aloides [Taf. XXIII. Fig. 31 α], der einfachste denkbare Bau eines Moosstengels; mit Centralstrang bei Barbula Alexandrina [Abhandl. d. Acad. d. Wissensch. in Berlin Taf. VI. Fig. 4]). Doch ist dieser Fall der weitaus seltenste; meist finden wir die Zellen von der Mitte nach dem Rande zu allmählich an Dickwandigkeit zunehmen.

Dabei sind entweder die Randzellen gleich gross und nur durch stärkere Verdickung englichtiger (Orthotrichum Schubartianum und alpestre, Verh. d. zool. bot. Vereins), oder die Randzellen sind schon an sich kleiner, indem sie sich öfter getheilt haben, und verdicken sich dann oft zu Stereidenformen.

Hier finden nun die mannigfaltigsten Combinationen statt: das ganze Stengelgewebe ist dünnwandig, die Zunahme der Verdickung nach dem Rande zu unbedeutend, bloss die äusserste Schicht erscheint etwas augenfälliger verdickt; oder das ganze Stengelgewebe ist äusserst dickwandig und wird es nach dem Rande zu noch mehr (Grimmia gigantea, Tetraphis pellucida). — Alle dazwischen liegenden Abstufungen erscheinen vertreten sowohl bei den Moosen mit als bei denen ohne Centralstrang; dabei ist die Differenz zwischen mittleren und Randzellen sehr verschieden, indem die Zunahme der Verdickung bald plötzlicher, bald allmählicher eintritt. Die Einzelnheiten darüber finden sich bei der Besprechung der einzelnen Moose.

Zu allen diesen Verschiedenheiten tritt bei einzelnen Moosen noch ein anderes Verhältniss, das in seinem entwickeltsten Auftreten sehr scharf und elegant in die Augen fällt. Während sich nämlich die übrigen Zellen des Stengelparenchyms in der angegebenen Weise von der Mitte nach dem Rande zu allmählich verdicken, wobei zuweilen nahe dem Rande die Verdickung ziemlich plötzlich zunimmt und eine bis mehrere Schichten Stereiden entstehen (z. B. bei Aula-

comnium palustre (Taf. XXVI. Fig. 75 *α*), die oft sehr lebhaft gefärbt sind, wobei eine die Zelle zunächst umgebende Zone eine weit hellere Färbung zeigt, als die zwischenliegende Masse, erscheint die äusserste (peripherische oder Mantelschicht, stratum periphericum) wieder weitlichtig und schwach verdickt. In höchst ausgezeichneter Weise findet sich dies bei Philonotis caespitosa (nicht aber bei Bartramia ithyphylla); weniger ausgezeichnet bei Aulacomnium palustre und den beiden Meesien, indem da die Mantelzellen weniger weitlichtig und dünnwandig sind und sich daher nicht so scharf gegen die unterliegenden stereiden oder substereiden Zellen absetzen; ferner bei Funaria hygrometrica und Entosthodon Templetonii, ebenfalls weniger elegant, indem hier die unterliegenden Zellen zwar auch stärker verdickt, aber dabei weitlichtig sind; ferner bei Eucladium verticillatum, wo die äusserste weitlichtige Stengellage ihre Entstehung offenbar der Verwachsung des weitzelligen Blattgrundes mit dem Stengel verdankt; derselbe Fall ist endlich bei Hypnum ochraceum, wo sich die weitlichtige äusserste Lage noch ausserdem durch ihre grüne Farbe sehr elegant von dem unterliegenden stark verdickten Stengelgewebe abhebt; andeutungsweise auch bei Encalypta ciliata.

Capitel III. Vom Fruchtstiele.

Die Zahl der Arten, die ich auf den Bau des Fruchtstiels untersucht, ist nur gering, schon weil ziemlich viele der untersuchten Moose überhaupt nicht mit Früchten bekannt sind, doch kann ich wenigstens einige interessante Thatsachen über den Bau dieses Organs berichten. Der Bau des Fruchtstiels ist bei den meisten Moosen sehr ähnlich, er besteht meist aus durchweg stärker verdickten Zellen als der Stengel; von der Mitte nach dem Rande zu nimmt meist die Verdickung rasch und bedeutend zu, so dass die Randzellen meist ganz oder fast ganz stereid erscheinen. In der Erstreckung, wo der Fruchtstiel noch in der Columella eingesenkt ist, folgt aussen auf die verdickten Zellen zuweilen eine Lage weitlichtigerer, cylinderepithelähnlicher, z. B. bei Entosthodon Templetonii (ähnlich bei Encalypta ciliata), eine Erscheinung, die bei derselben Art auch fehlen kann.

Der Grad der Verdickung wechselt bei den verschiedenen Moosarten; während sie z. B. bei Splachnum luteum sehr gering ist, ist sie bei der Mehrzahl, z. B. Encalypta ciliata u. A., sehr bedeutend; die Zellwände sind meist lebhaft gefärbt.

Die Axe ist bei allen bisher untersuchten Arten von einem Cen-

tralstrange durchzogen, der bald ziemlich entwickelt, bald bloss auf wenige Zellen reducirt ist, z. B. Physcomitrium Sesostris. Der Centralstrang findet sich im Fruchtstiele auch da, wo der Stengel desselben entbehrt, z. B. bei Orthotrichum alpestre und Schubartianum.

Einen sehr eigenthümlichen und complicirten Bau besitzt der Fruchtstiel bei Polytrichum commune und Atrichum undulatum. Die sehr verdickten Randzellen gehen durch rasches Dünnerwerden der Wände in ein weitlichtiges, dünnwandiges Gewebe über; plötzlich setzt sich in der Mitte ein dickwandiger, ziemlich kleinzelliger, lebhaft gefärbter Zellencomplex ab, der in der Mitte wieder in eine kleine Gruppe von Zellen mit dünnen, aber lebhaft gefärbten Wänden übergeht. Dieser mittlere Complex von dickwandigen Zellen, mit dünnwandigen in seinem Centrum, umgeben von ca. 2 Schichten dünnwandiger, weitlichtiger Zellen, löst sich beim Wachsthum des Fruchtstiels in die Dicke im grössten Theile seines Umfanges von dem Gewebe der Peripherie und bleibt bloss in einer geringeren Erstreckung seitlich an dieselbe angeheftet, während sich an den anderen Stellen zwischen ihm und der peripherischen Zellpartie eine Höhlung bildet. Die dünnwandigen Zellen im Innern der Mantelpartie des Fruchtstiels werden dann zum Theil zerstört und resorbirt, und bloss die dickwandigen bleiben übrig (Taf. XXVIII. Fig. 83 ϑ).

Aehnlich ist die Bildung bei Funaria hygrometrica, nur dass dort die dünnwandigen Zellen zwischen der peripherischen und centralen Partie kaum eine Schichte bilden, dass die dünnwandigen Zellen im Centrum weniger zahlreich sind, und dass ich ein Loslösen der centralen Partie hier nicht bemerkte (Taf. XXVIII. Fig. 60). Andeutungsweise findet sich ein ähnliches Verhältniss bei Rhizogonium spiniforme.

Ehe ich nun dazu übergehe, eine Uebersicht zu geben über die bei den einzelnen Moosen vorkommenden Verhältnisse, fasse ich noch kurz die eben besprochenen Erscheinungen und die gebrauchte Terminologie zusammen.

Hinsichtlich des Lumens der Zellen habe ich die Adjective gebildet:
weitlichtig, augustae: Zellen mit grossem Lumen;
englichtig, angustae: Zellen mit kleinem Lumen[1]);

1) Natürlich nicht absolut, sondern im Verhältnisse zu den umgebenden Zellen.

Hinsichtlich der Verdickung der Zellen bediene ich mich folgender Skala und Ausdrücke:

dünnwandig, tenues: Zellen mit dünner Membran;

dickwandig, incrassatae vel crassae: Zellen mit verdickter Membran;

substereid, substereides: Zellen, die so stark verdickt sind, dass nur noch ein kleines Lumen übrig bleibt;

stereid, stereides: Zellen, die ganz oder fast ganz bis zum Verschwinden des Lumens verdickt sind.

Ich unterscheide ferner zwischen Zellreihen und Zellschichten: erstere, series, sind die in radialer Richtung hinter einander liegenden Zellen; letztere, strata, die in tangentialer Richtung neben einander liegenden.

Der Blattnerv kann sein:

I. homogen, homogeneus: wenn er aus lauter gleich grossen und gleich stark verdickten Zellen besteht. Dann nenne ich die dem Stengel zugewendete Seite seine Basis, basis; die demselben abgewendete Seite seinen Rücken, dorsum. Die Zellen an der Basis (cellulae basales) sind

1) in Zweizahl,
2) in Vierzahl (noch nicht beobachtet),
3) in Mehrzahl.

Die Rückenzellen sind

1) einschichtig, monostromaticae,
2) mehrschichtig, pleiostromaticae, wo dann die peripherischen oder Aussenzellen von den Innenzellen zu unterscheiden sind. Jene, die cellulae periphericae, diejenigen, die den Rücken des Nerven nach Aussen begrenzen, diese, die Innenzellen, cellulae medianae, welche zwischen den peripherischen und Basalzellen liegen.

II. heterogen, heterogeneus. Einzelne Zellgruppen differenziren sich von den anderen und nehmen eine verschiedene Beschaffenheit an.

A. Bloss eine Zellgruppe zeichnet sich vor den anderen Zellen aus: eine Zellschicht, die in tangentialer Richtung durch den Nerven verläuft, zeichnet sich durch Weitlichtigkeit aus, es sind die Deuter, duces. Diese sind

a) basal, basales: wenn sie auf der dem Stengel zugewendeten Seite des Nerven verlaufen, ohne hier von andern Zellen bedeckt zu sein;
b) median, medianae: wenn sie auf dieser Seite von andern Zellen bedeckt sind.

Sie finden sich ferner:

1) in Zweizahl,
2) in Vierzahl,
3) in Mehrzahl, dann wenig constant an Zahl, um so weniger, je mehr ihrer sind.

Sie sind ferner entweder einschichtig, monostromatici, oder zweischichtig, distromatici (fraglich).

B. Dieser Zellgruppe gesellt sich eine zweite hinzu, die Begleiter, comites: eine rundliche oder mehr und weniger ausgebuchtete Gruppe von Zellen, die sich in den Winkeln der Deuter befinden und sich von den umgebenden Zellen durch kleineres Lumen und schwächere Verdickung unterscheiden, und zwar sind dieselben:

a) gewöhnlich, comites communes: eine Gruppe kleinerer, dünnwandiger Zellen inmitten eines grösserzelligen, stärker verdickten Gewebes;
b) mniumartig, comites mnioideae: die eben geschilderte Zellgruppe ist auf ihrer Rückseite von mehr oder weniger zahlreichen Stereiden umgeben;
c) polytrichumartig, comites polytrichoideae: wenn Deuter und Begleiter zusammen die oben beschriebenen Centralgruppen bilden; die mittelste dieser Zellen heisst dann Centralzelle, cellula centralis, die 3 dem Rücken derselben aufgelagerten socii.

Sie sind ferner:

1) in Einzahl, dann zwischen den beiden mittelsten Deutern befindlich,
2) in Mehrzahl in den Winkeln mehrerer Deuter der Nervenmitte.

Deuter und Begleiter fasse ich auch als Charakterzellen (characteristicae) zusammen.

Was auf der dem Stengel zugewendeten Seite der Charakterzellen liegt, nenne ich Bauchzellen, ventrales.

Was auf der dem Stengel abgewendeten Seite liegt: Rückenzellen, dorsales.

Beide sind entweder:

homogeneae, gleichartig; die Zellen, aus denen sie bestehen, zeigen keine Unterschiede in Grösse und Verdickung, oder

heterogeneae, ungleichartig. In diesem Falle sind sie geschieden in

epidermales, Epidermiszellen: eine weitlichtigere Zellschicht, welche die genannten Zellgruppen nach aussen umgiebt, und

intercalares, Füllzellen: eine von den vorigen verschiedene Zellgruppe, die zwischen ihnen und den Charakterzellen liegt; diese können wieder sein:

1) gleichartig, homogeneae: aus gleichartigen, kleineren, stärker verdickten Zellen bestehend;

2) gemischt, mixtae: aus englichtigen und weitlichtigen Zellen gemischt, und zwar

α) unregelmässig gemischt, irregulariter mixtae: wenn weitlichtige und englichtige Zellen ohne sichtbare Regel durcheinanderliegen;

β) regelmässig gemischt, regulariter mixtae: wenn die weitlichtigen Zellen bestimmte Stellen einnehmen. Wird sich deren Vorkommen regelmässiger und constanter erweisen, als es die bisherigen Untersuchungen zeigen, so werden sie einen besonderen Namen erhalten müssen.

Beide können endlich sein: einschichtig, monostromaticae; zweischichtig, distromaticae; dreischichtig, tristromaticae oder mehrschichtig, pleiostromaticae; mit ein- bis zweischichtig oder einbis mehrschichtig, 1 vel 2 stromaticae, 1-vel pleiostromaticae bezeichne ich sie, wenn sie am Rande einschichtig, nach der Mitte zu oder in den Winkeln der Deuter zwei- bis mehrschichtig erscheinen.

Die Bauchzellen können ferner sein:

holostromaticae, ganzschichtig: die Charakterzellen an ihrer ganzen Bauchseite bedeckend oder

merostromaticae, theilschichtig: die Deuter bloss in der Mitte bedeckend, während dieselben am Rande basal erscheinen.

(Die dorsales sind immer holostromatisch.)

Die Bauchzellen können ferner sein:

lagenförmig, stromatodes: wenn sie am Rande und in der Mitte gleichviel oder ungefähr gleichviel Zellschichten zeigen, ihr Umriss daher auf ihrer Basal- und Rückenseite ziemlich parallel ist, oder

convex, convexae: wenn sie einen Zellkörper mit gekrümmten Flächen bilden, die sich an den Rändern schneiden.

Die Krümmung der beiden Flächen, welche diesen Zellkörper begrenzen, kann dabei verschieden sein, je nachdem die Deuter ei-

nen stärker oder flacher gekrümmten Bogen bilden und je nachdem die Basalfläche mehr oder weniger nach aussen gekrümmt erscheint — also intus convexae oder biconvexae.

Der ganze Nerv ist endlich entweder:

1) im ganzen Verlaufe ziemlich gleichartig gewebt, nur nach den später zu ersehenden Regeln nach der Spitze zu auslaufend, homodictyos; die Blätter sind ebennervig, homoneura; oder der Nerv ist

2) an der Basis aus weitlichtigeren, weniger differenzirten, wenigerschichtigen Zellen gewebt, als nach der Mitte zu, wozu sich bei manchen Moosen von der Mitte an noch Zellfäden oder Lamellen gesellen (diese Ungleichartigkeit besonders bei den an der Basis scheidigen Blättern ausgebildet); der Nerv ist ungleichartig gewebt, heterodictyos; die Blätter ungleichnervig, heteroneura.

An der Blattspreite unterscheide ich:

papillöse Zellen, cellulae papillosae: Zellen, deren äussere Wandung mit aufgesetzten Verdickungen versehen ist, und

mamillöse Zellen, cellulae mamillosae: wo die ganze Zelle bauchig über die Blattfläche hervorragt.

Ich unterscheide ferner:

Blattrand, margo folii: der äussere Contour des Blattes, gebildet von dessen äusserster Zelllage, und

Blattsaum, limbus folii: eine bandartige, von den übrigen Zellen der Blattspreite verschiedene Zellgruppe, mehrschichtig oder aus verlängerten Zellen bestehend, die am Rande des Blattes oder parallel demselben in geringer Entfernung von ihm verläuft.

Der Stengel ist entweder:

A. gleichförmig, homogeneus: wenn alle Zellen derselben gleichartig und gleichwerthig erscheinen oder nur unbedeutende Unterschiede in der Beschaffenheit darbieten.

B. gleichartig, aequalis: wenn die Zellen desselben gleichwerthig sind (abgesehen davon, dass die äusserste Zellschicht oder mehrere derselben morphologisch vielleicht zum Blatte zu rechnen sind), d. h. weder Centralstrang, noch Sekundärstränge, noch Blattspuren zeigen, aber von etwas verschiedener Beschaffenheit, d. h. nach dem Rande zu allmählich stärker verdickt erscheinen. Differenzirt sich aber die Mantelschicht stark von dem unterliegenden Gewebe, so gehört der Stengel bereits zur folgenden Abtheilung.

C. ungleichartig gewebt, heterogeneus: wenn sich verschiedene Zellgruppen deutlich ausscheiden. Diese sind:

1) die Mantelschicht, stratum periphericum, cellulae periphericae: diese erscheint in einzelnen Fällen viel weitlichtiger und dünnwandiger, als die unterliegenden Zellen, die öfter stereid oder substereid erscheinen; dies erinnert an Sphagnum, daher cellulae periphericae sphagnoideae;

2) der Centralstrang, funiculus centralis: eine das Stengelcentrum einnehmende, von dem übrigen Zellgewebe verschiedene Zellgruppe. Diese ist

   a) polytrichoid, polytrichoideus: jene oben beschriebene, bis jetzt nur bei Polytrichum beobachtete, eigenthümliche, ungleichartige Verdickung der Zellen zeigend;

   b) gewöhnlich, ordinarius: wie bei den bis jetzt beobachteten übrigen Moosen, aus einer Gruppe kleinerer, dünnwandigerer Zellen bestehend. Dieser ist entweder:

      α) scharf abgesetzt, distinctissimus, oder

      β) übergehend, transiens: wenn durch allmähliche Uebergänge mit dem übrigen Stengelparenchym vermittelt.

3) Die Sekundärstränge, funiculi secundarii: dem funiculus centralis polytrichoideus ähnliche, aber kleinere Stränge, die ausserhalb des Stengelcentrums verlaufen.

4) Die Blattspuren, vestigia folii: die Charakterzellen des Blattes (erkennbar oft bloss die Begleiter), welche von der Blattbasis aus ins Stengelparenchym sich fortsetzen und nach dem Centralstrange verlaufen.

Das übrige Gewebe des Stengels ausser diesen Charakterzellen des Stengels nenne ich: Stengelparenchym, parenchyma caulis, und unterscheide an demselben nur die äusserste, peripherische oder Mantelschicht, stratum periphericum.

Die verschiedene Beschaffenheit dieses Stengelparenchyms zeigt zu allmähliche Uebergänge, als dass sich dieselben scharf abgrenzen und mit bestimmten terminis bezeichnen liessen.

Das Stengelparenchym erscheint wieder:

gleichförmig, homogeneum, wenn es, abgesehen von den in ihm verlaufenden differenzirten Zellgruppen, aus an Grösse und Verdickung gleichen Zellen besteht; oder

gleichartig, aequale: wenn es sich nach dem Rande zu allmählich verdickt.

Der Stengelumriss erscheint entweder:
regelmässig, regularis; wenn derselbe eine ziemlich regelmässige, der Kreisform oder dem Dreieck-annähernde Gestalt zeigt; oder
verzogen, deformis: wenn derselbe durch die Blattansätze stark unregelmässig erscheint.

Nur die extremen Fälle des letzteren Verhaltens verdienen besonders bezeichnet zu werden.

Die Untersuchungen über den Bau des Fruchtstiels erscheinen noch zu lückenhaft, um darauf eine Terminologie zu gründen; den Bau, der sich bei den meisten findet: verdickte Zellen am Rande, nach der Mitte zu dünnwandiger werdend, in der Axe ein, oft wenig entwickelter, Centralstrang, nenne ich den gewöhnlichen, ordinarius.

Abtheilung II. Specielle Anatomie der untersuchten Moosarten.

Wie sich nun die im Vorhergehenden einzeln geschilderten und benannten Verhältnisse zum Ganzen der Anatomie der einzelnen untersuchten Moosarten zusammenfügen, sei Gegenstand der folgenden Darlegung.

Die Discussion der einzelnen Moosarten konnte im Nachfolgenden im Allgemeinen nur eine kurze Darlegung finden, da ich in vorliegender Arbeit das Ganze des bis jetzt Untersuchten zusammenfassen wollte, und eine eingehendere Besprechung den Umfang dieser Arbeit über Gebühr würde angeschwellt haben. — Eine Anzahl der untersuchten Moosarten konnte ich an anderer Stelle ausführlicher behandeln, diese finden hier im Texte nur eine ganz kurze Erwähnung; die anderwärts nicht besprochenen zum Theil eine etwas ausführlichere. Aber während die auch anderwärts behandelten Arten wenigstens im Texte repräsentirt sind, musste ich wegen der zu ihrer Illustration dienenden Figuren vielfach auf jene anderen Publikationen verweisen. Statt, wie ich anfangs wollte, jede der besprochenen Arten mit 1—2 charakteristischen Figuren auszustatten, und dann jede derselben noch am anderen Orte ausführlicher zu besprechen und mit zahlreicheren Figuren zu illustriren, zog ich es vor, bloss die anderwärts nicht behandelten Arten hier etwas reichlicher mit Figuren zu bedenken, so dass sie nothdürftig vollständig das illustriren, was ich über die-

selben zu sagen habe, und einer weiteren Veröffentlichung nicht bedürfen. Dies noch reichlicher zu thun, hätte mir zwar mein Material an Zeichnungen in 3—4fachem Maasse gestattet, aber natürlich nicht die Grenzen dieser Zeitschrift, deren Redakteur und Verleger ohnedies meine Arbeit mit dankenswerther Noblesse ausgestattet. Sonach kommen meine mir augenblicklich zu Gebote stehenden Untersuchungen in folgenden Publikationen zu Tage, welche in gewissem Sinne ein zusammengehöriges Ganze bilden und sich vielfach auf einander beziehen:

1) Vorliegende Abhandlung, welche die Gesammtheit der Resultate zusammenfasst.
2) Eine Abhandlung über die von Ehrenberg in Aegypten und Syrien gesammelten Moose, welche in den Abhandlungen der Berliner Academie der Wissenschaften erscheint, und auf 15 Tafeln folgende Moose zur Darstellung bringt: Fissidens Alexandrinus, Eucladium verticillatum, Trichostomum Ehrenbergii, Mosis, Aaronis, tophaceum, Barbula Alexandrina, Physcomitrium Sesostris, Webera sacra, Sinaitica, Bryum Syriacum, Brachythecium Ehrenbergii, Polytrichum commune var. Ehrenbergii.
3) 3 Abhandlungen in der botanischen Zeitung mit 3 Doppeltafeln, welche Ende dieses und Anfang des nächsten Jahres erscheinen und folgende Arten behandeln: Timmia Austriaca, Bartramia ithyphylla, Philonotis caespitosa, Mnium affine, undulatum und Bryum roseum.
4) 3 Abhandlungen in der Flora, deren erste schon Nr. 16 d. J. ff. erschienen ist, und die Gesammtresultate kurz und auszugsweise zusammenfasst; die zweite, welche im December erscheint, mit 5 Doppeltafeln, und die bis jetzt untersuchten Funariaceen und Splachnaceen umfasst (Tayloria serrata, Tetraplodon urceolatus, Voitia nivalis, Splachnum sphaericum, luteum, Entosthodon Templetoni, Funaria hygrometrica); die dritte wird in den nächsten Monaten nächsten Jahres erscheinen und mit 2 Doppeltafeln Tetraphis pellucida und Dicranella heteromalla behandeln.
5) Eine Abhandlung in den Verhandlungen des zoologisch botanischen Vereins mit 6 Doppeltafeln über Orthotrichum Schubartianum und alpestre, Campylopus Mülleri, Weisia zonata.
6) Konnte ich mich mehrfach auf den ersten Theil meiner früher veröffentlichten Moosstudien beziehen.

Ausser diesen meinen eigenen Untersuchungen habe ich noch berücksichtigt, was mir die Literatur bot. Es war freilich wenig für

meinen Zweck Verwendbares, was ich da vorfand. Die Anatomie der Sphagnen hatte Schimper schon in seinem classischen Werke abgeschlossen, sie lag ausserhalb des Bereichs der vorliegenden Untersuchungen. Ausserdem habe ich einzelne der Blattquerschnitte herbeigezogen, welche in der Bryologie und den Nachträgen, sowie in den Icones morphologicae gegeben sind; doch nur wenige derselben erschienen für meinen Zweck brauchbar und hinreichend verlässig, da sie ohne leitende Gesichtspunkte, unter zu schwacher Vergrösserung gezeichnet, die fraglichen Verhältnisse nicht hinreichend klar und sicher darstellen, und hinter den schönen Darstellungen in der Sphagnum-Arbeit weit zurückstehen. Ich bin natürlich weit entfernt, dem verehrten Meister einen Vorwurf daraus zu machen, dass er nicht auch dieses Feld der Wissenschaft aufgefunden und bebaut; es ist keinem Menschen, auch einem Schimper nicht, gegeben, Andern gar nichts mehr zu thun übrig zu lassen.

Ausserdem kommen noch 2 Abhandlungen von Carl Müller in Betracht: „Die Leucophaneen", Linnaea XIV (1843), S. 315, welches Thema schon Treviranus, Linnaea Bd. XV. S. 300 angeregt hatte, und „Ueber die Lamellen des Laubmoosblattes", Linnaea XLIX, welche ich, wo ich konnte, benutzt und angewendet habe.

Endlich ist noch die Abhandlung von Unger zu erwähnen: „Ueber den anatomischen Bau des Moosstammes", Sitzungsberichte der K. K. Academie der Wissenschaften Bd. XLIII (1861), S. 497 ff., die merkwürdigerweise fast ganz unbeachtet vorübergegangen ist.

Ob sich noch sonst in der Literatur etwa Angaben über den fraglichen Gegenstand finden, darüber habe ich unterlassen, besondere Nachforschungen anzustellen. —

Die Figuren auf den Tafeln tragen dieselben Nummern, welche in der nachfolgenden Aufzählung die Moosarten führen, zu deren Illustration sie dienen, daher im Texte bloss die Tafel, auf welcher die Figur sich findet, zu citiren nöthig ist. Ich wollte dadurch erreichen, dass in dem Gewirre der Figuren, welche die Tafeln bedecken, schon beim blossen Anschauen sich leicht das Zusammengehörige auffinden lasse. Die Reihenfolge der zu derselben Art gehörigen Figuren ist durch Buchstaben bezeichnet, und zwar habe ich, damit eine Verwechslung mit den lateinischen Buchstaben, welche die einzelnen Zellgruppen bezeichnen, unmöglich sei, dazu das griechische Alphabet gewählt. — Was die lateinischen Buchstaben betrifft, so bezeichnet d immer die Deuter, c die Begleiter, b die Basalzellen, v die Bauchzellen, r die Rückenzellen, e die epidermales, i die intercalares, C den Centralstrang.

1) **Bruchia Trobasiana**: Schimper, Musci novi fascic. 1. Der Querschnitt des Blattnerven zeigt 4 basale Deuter, mehrschichtige, homogene, ziemlich weitlichtige Dorsalzellen. — Die Perichätialblätter erscheinen am Grunde zweischichtig, homogen.

2) **Systegium crispum** Taf. XXI:

Blattnerv: 4 Deuter; wenig entwickelte Begleitergruppe; Bauchzellen biconvex, mehrschichtig, differenzirt; Füllzellen gleichartig, englichtig, oder einzelne von ihnen in der Mitte des Nerven unter den Deutern weitlichtig. Rückenzellen mehrschichtig, ziemlich differenzirt, englichtig.

Stengel: im Umrisse verzogen; **Centralstrang deutlich**, wenigzellig; Parenchym weitlichtig, gleichartig, nach aussen ziemlich stark verdickt.

Blattspreite beiderseits papillös.

Fruchtstiel dem Stengel ähnlich (natürlich **ohne** die Blattansätze).

NB. Begleitergruppe 1—2zellig, in vielen Schnitten obsolet, vielleicht doch bloss mehr erweiterte Zelle, wie sie auch auf der Bauchseite vorkommen. Weitere Untersuchungen und Vergleichungen, besonders verwandter Arten, müssen darüber Auskunft geben.

3) **Gymnostomum rupestre** Taf. XXI:

Blattnerv: 4 Deuter; Begleiter 0; Bauch- und Rückenzellen mehrschichtig, differenzirt; Füllzellen homogen, englichtig bis substereid; Bauchzellen ziemlich biconvex.

Blattspreite: papillös, Papillen auf dem das Lumen bedeckenden Theile der freien Zellfläche aufgesetzt.

Stengel: Im Umrisse wenig verzogen; hinsichtlich des Centralstranges scheinen sich verschiedene Formen verschieden zu verhalten. Von einem Präparate, das deren 6 enthielt, erhielt ich Schnitte mit und ohne Centralstrang (es verdient weitere Untersuchung, ob dies nicht eine Andeutung ist, dass mehrere Formen als Arten abzutrennen wären); Stengelparenchym in der Mitte ziemlich dünnwandig, am Rande kleinzelliger, stärker verdickt.

4) **Gymnostomum curvirostre** (von dem ich bloss eine Form untersucht) zeigt ähnliche Verhältnisse (**keinen** Centralstrang), aber bloss **einschichtige**, theilschichtige Bauchzellen. Taf. XXI.

5) **Cynodontium virens** Taf. XXI:

Blattnerv: 6 Deuter treten mit grosser Constanz auf; die **Begleiter** begegnen im unteren Theile des Blattes sehr häufig in Mehrzahl, nämlich nicht nur zwischen den zwei mittelsten Deutern,

sondern auch zwischen diesen und den links und rechts benachbarten, ja zuweilen noch zwischen diesen und ihren nächsten linken und rechten Nachbarn (Fig. β). Weiter oben im Blatte verschwindet dies Verhältniss, es tritt bloss eine Begleitergruppe in der Mitte auf. — Weitere Untersuchungen an verschiedenen Formen (ich untersuchte bloss eine) müssten lehren, ob dieses Verhältniss constant ist, es wäre der erste mir bekannte Fall, dass Begleiter in ihrer gewöhnlichen Form (nicht als Centralgruppen) constant in Mehrzahl auftreten (ausnahmsweise einmal sah ich es bei Bartramia ithyphylla). — Bauch- und Rückenzellen mehrschichtig, differenzirt; Füllzellen homogen, englichtig bis substereid.

Blattspreite: die schwach entwickelten Papillen sind auf den Scheidenwänden der Zellen aufgesetzt. — Die Blattflügel erscheinen zweischichtig, weitlichtig, dünnwandig, gebräunt.

Stengel: wenig deform, Centralstrang entwickelt; Mantelschicht etwas weitlichtiger, darunter meist eine Lage englichtiger, stark verdickter Zellen, die allmählich nach der Mitte zu weitlichtiger und dünnwandiger werden.

6) Dicranum montanum (flüchtige Skizze aus dem Herbar): Deuter 6 oder 4; Bauchzellen merostromatisch, Bauch- und Rückenzellen weitlichtig, einschichtig, in den Winkeln zwischen den Deutern zweischichtig. — Stengel nach Unger a. a. O. S. 508: mit deutlichem, scharf begrenztem „Gefässbündel". Taf. XXI.

Die Abbildungen der Querschnitte von Blattnerven in Schimper's Musci novi fascic. 3, 4 von Dicranum circinatum, arcticum, fragilifolium lassen vermuthen, dass daselbst die Verhältnisse ähnlich sind, während das dem D. montanum so nahe stehende D. viride einschichtige Bauchzellen, 2schichtige, homogene, stark verdickte Rückenzellen zeigen würde.

7) Dicranum albicans:

Der Blattnerv erscheint homogen, 3—4schichtig; Zellen weitlichtig, dünnwandig.

In Vergleichung mit den Verhältnissen bei Dicranum montanum erscheint es wahrscheinlich, dass die mittelste Zellschicht als eine mehrzählige Schicht von Deutern aufzufassen ist, denen je eine Schicht weitlichtiger Rücken- und Bauchzellen aufgelagert ist, die sich wenig von ihr unterscheidet, doch kommen in Taf. XXI. Fig. γ je 2 Rücken- und Bauchzellen auf einen Deuter d.

Für die Diagnose ist es natürlich gleichgiltig, ob ich sage: nervus



homogeneus 3 stromaticus e cellulis augustis tenuibus compositus, oder: duces complures, ventralibus et dorsalibus monostromaticis homogeneus.

An der Basis wird der Nerv meist ganz oder stellenweise 4-schichtig.

Blattflügel 2—3 schichtig, aus sehr weitlichtigen, lebhaft gefärbten Zellen bestehend.

Stengel: Centralstrang wenig zellenreich; Stengelparenchym weitlichtig, dünnwandig, nach aussen zu allmählich englichtiger, dickwandiger.

Nach Bryologia Europaea scheint D. longifolium einen ähnlichen Bau des Blattnerven zu besitzen: Dicranum Taf. XXV.

8) Dicranum undulatum Taf. XXI:

Deuter in Mehrzahl, 6—10 (am häufigsten 6); Bauch- und Rückenzellen 2—3 schichtig, wenig differenzirt, substereid oder die echtesten Stereiden darstellend.

Blattflügel: 2-, selten 3 schichtig, weitlichtig, lebhaft gefärbt.

Die Blattspreite wird häufig 2—3 schichtig, den Nerven unregelmässig verbreiternd.

Stengel: wenig verzogen; Centralstrang nicht sehr zellenreich, aber sehr scharf abgesetzt; Stengelparenchym weitlichtig, ziemlich dickwandig, nach aussen zu englichtiger und dickwandiger werdend.

Fruchtstiel: gewöhnlich.

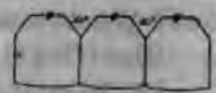
9) Dicranum scoparium (Unger a. a. O. Taf. I. Fig. 7): „Andeutung eines Gefässbündels durch engere, verdickte Zellen".

Von Campylopoden habe ich nur wenige untersucht; da ich aus diesem Wenigen sah, dass sich da ausserordentlich interessante Verhältnisse finden, hatte ich dieselben einer eigenen umfangreicheren Arbeit vorbehalten; dieselbe würde wohl lange angestanden haben; zu meiner Freude aber habe ich die Genugthuung, dass Herr Dr. S. Berggren aus Lund sich die Aufgabe gestellt hat, die europäischen Campylopen und Dicranodontien einer eingehenden Bearbeitung mit besonderer Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse zu unterziehen und diese Arbeit seit einigen Tagen unter meiner Leitung begonnen hat (18. Oct. 1867). Wir dürfen daher wohl bald einer gediegenen Auseinandersetzung dieser schwierigen Formen von Seiten dieses gewiegten Bryologen entgegensehen, zu der Schimper's neueste Bearbeitung nur ein Anfang und eine Anregung war. Meine Untersuchungen ergaben Folgendes:

10) **Campylopus Schwarzii** Taf. XXI, und

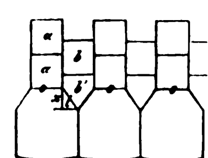
11) **Campylopus Schimperi** Taf. XXI (das Pathchen Schimper's, der aber davon, wie es scheint, gar nichts wissen will, indem er diese Art in den Supplementen nicht erwähnt und abbildet, eine so gute Species auch derselbe zu sein scheint), welche beide im Bau des Blattnerven übereinstimmen. Die Figuren auf Taf. XXI zeigen auf den ersten Blick die grosse Regelmässigkeit des Baues dieser Nerven; nach dem Bisherigen würde die Diagnose lauten: duces complures basales, comites 0, ventrales augustae, parum incrassatae, homogenae 2—3 seriatae. Damit ist aber die Regelmässigkeit dieser Bildung nicht erschöpft, und es kommt darauf an, uns dieselbe durch ein Schema deutlicher zu machen.

Denken wir uns eine Reihe basaler Deuter, die zunächst folgende Gestalt haben mögen:

 an einander geschoben 

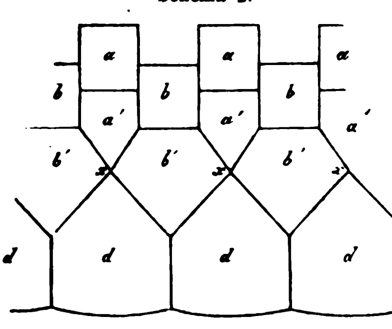
und denken wir uns nun, sowohl auf die obere Fläche jedes dieser Deuter, als auch in den Winkel zwischen beiden je 2 Zellen aufgesetzt, die alle die gleiche Höhe haben sollen, so bekommen wir folgendes Schema:

Schema 1.



Die Zellreihen b müssen um die Höhe des Perpendikels x tiefer stehen, als die Reihen a a, da angenommen wurde, dass beide gleiche Höhe haben. Doch trifft dies Schema nur an einzelnen Stellen, meist am Rande der Nerven, zu. Wenn wir die Linien 0 zum Punkte zusammengeschrumpft denken, dann gestaltet sich die Sache so:

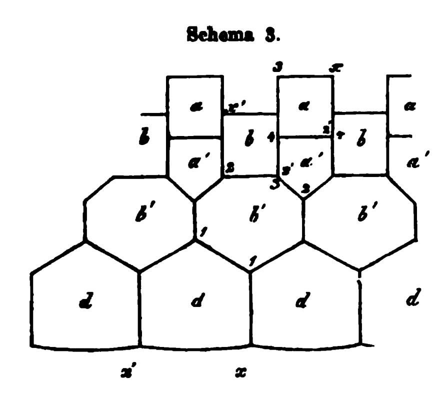
Schema 2.



Die Zellen a′ u. b′ werden dann statt 4eckig resp. 5eckig, beide 5eckig sein müssen; auch diesen Fall werden wir beim Anblick der nach der Natur gezeichneten Figuren bemerken.

Endlich können wir uns den Punkt x in radialer Richtung zur Linie verlängert denken:

Schema 3.



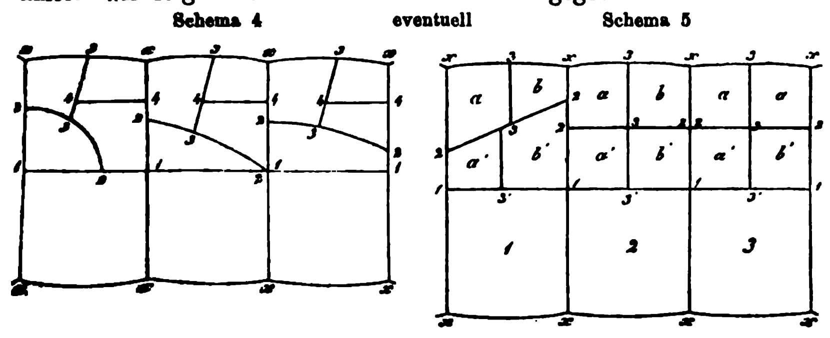
a′ berührt dann d nicht mehr, b′ wird statt 5eckig 6eckig sein; denken wir dieses Schema noch mit den Folgen des gegenseitigen Druckes der Zellen ausgestattet, so finden wir vorliegenden Fall in unserer Figur ebenfalls wieder.

Es ist wohl kaum nöthig zu erwähnen, dass alle diese Fälle nicht principiell verschieden sind, sondern der gleichen Entwicklungsgeschichte entsprungen, bloss den Zufälligkeiten kleiner Veränderungen in der Lage der theilenden Wände verbunden mit der Ausdehnung und dem gegenseitigen Drucke der Zellen ihre Entstehung verdanken.

Ich bedauere lebhaft, dass mir keine Entwicklungsgeschichte zu Gebote steht, doch sind, wenn wir das im allgemeinen Theile über die Entwicklung des Nerven Gesagte als wahr annehmen, einige Züge mit Sicherheit festzustellen, und dann bleiben nur noch wenige Möglichkeiten übrig.

Nehmen wir danach an, dass der Nerv im Anfange sich in so viel Grundzellen getheilt hat, als Deuter vorhanden sind, so kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass der Raum zwischen je zwei Linien x x den Umfang einer ursprünglichen Grundzelle darstellt; ebensowenig dürfte nach den Anführungen des allgemeinen Theils zu bezweifeln sein, dass 1 1 die erste Wand war, die den Deuter von den Rückenzellen schied; was die erste Theilung in der neu entstandenen Rückenzelle anlangt, so kann es nur 2 2 als schiefe Wand, wie in Schema 4, oder als tangentiale, wie in Schema 5, oder 3′ 3 (Schema 5, Grundzelle 2 u. 3) gewesen sein; ersteres ist nach dem Schema, wie nach den Figuren auf der Tafel, weitaus das Wahrscheinlichere; ihr folgte zweifellos 3 3 und eventuell 2′ 2 oder 4 4, welches Letztere nach dem Vorhergehenden denkbarer ist. So erhalten wir folgendes Schema der Entwicklungsgeschichte:

Schema 4 eventuell Schema 5



Im ersteren Falle ergiebt sich durch den Grad des Uebergreifens der Wand 2 2, sowie durch Druck und Zellenausdehnung leicht jeder der in unseren drei ersten Schematen dargestellten Fälle, die auch in natura neben einander vorkommen und in einander übergehen.

Im zweiten Falle lässt sich, mögen wir uns nun die Entwicklung wie in Grundzelle 1 oder wie bei 2 u. 3 (wo auch 3 3′ die ersten Wände in den Rückenzellen sein könnten) denken, schwer begreifen, warum a höher gerückt erscheint als b.

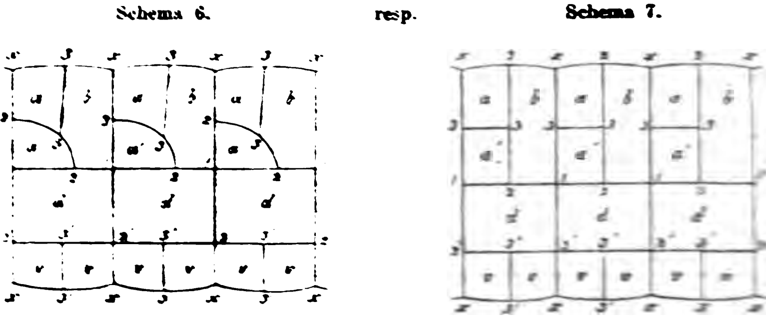
Es leuchtet übrigens ein, dass wir uns die vorliegende Anordnung der Zellen auch durch schiefe Reihen von je 5 Zellen: d b′ a′ b a (nach links oder rechts) vorstellen können, doch scheint mir dies Schema weniger leichtfasslich und natürlich.

Was den Stengel anlangt, so finden wir bei C. Schimperi, wo ich denselben allein untersucht, einen entwickelten Centralstrang, weitlichtiges, nach Aussen dickwandiger und englichtiger werdendes Parenchym, ziemlich regelmässigen Umriss.

12) Campylopus filifolius.

13) Campylopus Mülleri, eine neue brasilianische Art, deren Beschreibung bereits am anderen Orte (Verhandl. des zool. botan. Vereins in Wien, Jahrg. 1867) erschienen ist, zeigen sich ebenfalls gleich gebildet. Denken wir uns in Schema 4 die Wand 4 4 hinweg, denken wir uns dagegen die Deuter an der Basis durch eine tangentiale Wand, und die abgeschnittene basale Zelle durch eine radiale getheilt,

Schema 6. resp. Schema 7.



so haben wir das Schema dieser beiden Arten, die beiden Möglichkeiten der Entwicklung stellen Schema 6 u. 7 dar; die Deuter c i werden dadurch median. Aber in der weiteren Entwicklung tritt noch eine interessante Eigenthümlichkeit hervor: die durch die Wand 2 2 (in Schema 6) abgeschnittenen Zellen a′ theilen sich nämlich weiter und bilden sich zu einer 5—7zähligen Gruppe von Stereiden um (s. a. a. O. Taf. XXI. Fig. 14—22); ebenso verdicken die Zellen v ihre Wandungen stark, bis zur substereiden Form.

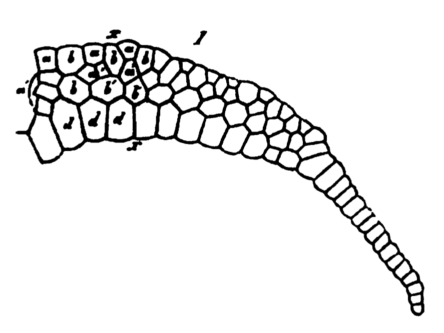
C. Mülleri zeigt einen Stengel mit wenig entwickeltem Centralstrange, dessen Zellen nicht allzu dünnwandig sind; die Parenchymzellen verdicken sich rasch nach Aussen und stellen mehrere Reihen substereider Zellen dar*).

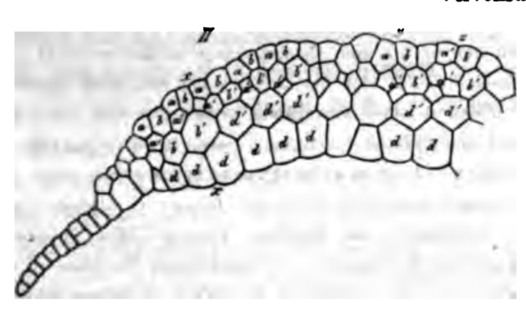
---

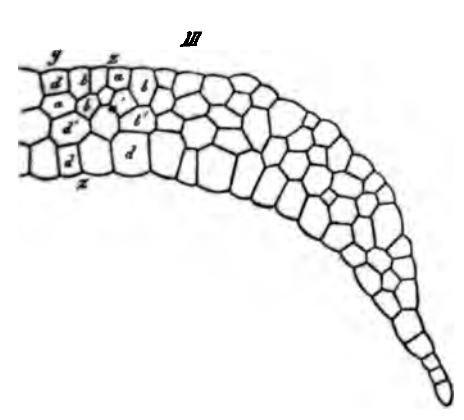
*) Aus der vorläufigen Uebersicht, die Herr Berggren über die anatomischen Verhältnisse der europäischen Campylopoden gewonnen, erlaube ich mir, Folgendes anmerkungsweise hier anzuführen:

1) Dem Schema von C. Schimperi und Schwarzii, Schema 2 resp. 3 folgt nur noch C. brevifolius.

Hinsichtlich des C. Schimperi sei bemerkt, dass die Anordnung und Zahl der Zellen, welche in jenen beiden Schematen dargestellt ist, in der Regel nicht überschritten wird; die Rückenzellen erscheinen gewöhnlich etwas stärker verdickt, und die meisten Figuren entsprechen der auf Taf. XXI gegebenen. Doch kommen an der Basis entwickelterer Blätter auch Theilungen der Rückenzellen vor, welche jene Anordnung verwischen und den Nerv mehrschichtig machen. Es sei erlaubt, dies nachträglich durch einige Figuren zur Vervollständigung anzudeuten:

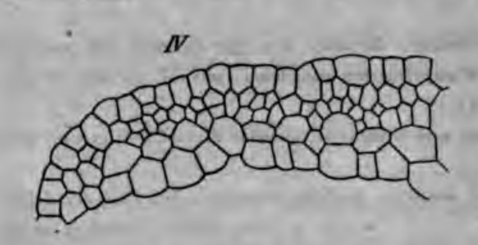






I zeigt bis zur Linie x die regelmässige in Schema III dargestellte Anordnung; von da an theilt sich die Zelle a' in 2 resp. 3 Zellen. Es ist dieses ein Uebergang zu 2., doch bleiben diese Theilzellen von a' in unserem Falle unverdickt. — II zeigt ebenfalls bis x x die regelmässige Anordnung, von da an gewinnt es den Anschein, als ob sich die Deuter in die Zellen d und d' getheilt hätten, die Zellen d' setzen die normale Anordnung fort, während sich d als Bauchzellen verhalten; dazu theilen sich die Zellen a' in 2, weiterhin in 3 (bei y) und 4 (bei z) Zellen. — III könnte man deuten, wie es rechts von z z durch die Buchstaben angedeutet ist, oder wie es links davon bei y geschehen. — IV endlich zeigt zwischen Deutern und dorsalen Epi-

14) Campylopus purpurascens mihi ist nach einer flüchtigen Skizze im Herbar 3schichtig, die Zellen ziemlich gleichartig bis auf die Rückenzellen, die alle lamellös nach Aussen vorragen.



dermiszellen eine Ausfüllung mit kleineren Zellen, so dass die Theilungen kaum auf das Schema zurückzuführen sind. — Keine dieser Zellen scheint substereid zu werden. Ob auch bei C. Schwarzii und brevifolius solche hypertypische Bildungen vorkommen, habe ich nicht beobachtet.

2) Dem Schema 3 resp. 2, aber mit der Abänderung, dass die Zellen a' der besagten Schemata sich in Stereidengruppen von 2—7 oder mehr Zellen verwandeln, gehören folgende Arten an: C. fragilis, atrovirens, setifolius, polytrichoides, brevipilus, turfaceus. Wir sehen hier diese Arten auf einer Stufe der Entwicklung stehen bleiben (abwechselnde Theilung und Verwandlung in Stereidengruppen und Ungetheiltbleiben je zweier auf den Rücken der Deuter befindlicher Zellen), die wir bei Timmia (botan. Zeit. Nr. 47, die Zellen f und g) und bei den Dicranodontien bloss als Durchgangsstufe kennen lernen, und die wir daher wohl als Ausdruck eines verbreiteten Entwicklungsgesetzes betrachten dürfen. — Dabei haben besagte Arten auch anatomisch meist deutliche specifische Unterscheidungsmerkmale; so bei mehreren Arten die ziemlich deutlich sphagnoide Mantelschicht, die bei anderen obsolet ist (so bei C. atrovirens); C. setifolius zeigt das ganze Stengelparenchym bis zum Centralstrange stärker verdickt und lebhaft gefärbt. Bei C. polytrichoides theilen sich die Zellen a der Schemata durch je eine tangentiale Wand in 2 und bilden so stark vorragende Lamellen u. s. f.

3) Dem Typus von C. Mülleri und filifolius, Schema 6 resp. 7, nur mit dem Unterschiede, dass die Bauchzellen **merostromatisch** sind und im oberen Theile des Blattes mehrschichtig werden, folgen: C. alpinus (Originalexemplar vom Splügen), C. intermedius von England, Dicranodontium lutescens aus der Oed (das ich im bryologischen Notizbuche aus begreiflichem Versehen zu C. Schwarzii gezogen), welche beide Schimper ebenfalls zu C. alpinus zu ziehen scheint, Dicranodontium longirostre in seinen verschiedenen Formen, D. aristatum. Alle diese sind sich anatomisch so ähnlich, dass sich nach der bisherigen Uebersicht keine Unterschiede feststellen liessen; sie haben sich doch höchst wahrscheinlich aus einander, wahrscheinlich die anderen aus D. longirostre, entwickelt, obwohl sie jetzt durch ihre anderen Kennzeichen hinreichend von einander entfernt sind, um als Arten betrachtet werden zu können; auch die unter 2. gehören wahrscheinlich demselben Phylum an, das sich aus 1. fortentwickelt.

Beide Schemengattungen, 1—3 und 6 resp. 7, würden zusammenfallen, könnte man die Zellen b' in Schema 2 und 3 als Deuter, die Zellen d als weitlichtig und einschichtig gebliebene Bauchzellen betrachten. Doch bilden diese Zellen b' in Schema 1 und 2 keine continuirliche Schicht, sondern sind durch a' aus einander gedrängt, würden daher dem oben aufgestellten Begriffe der Deuter zu sehr widersprechen.

C. flexuosus bildet ein Mittelglied zwischen 2 und 3, die Zellen d bleiben weitlichtig, sind aber meist durch eine radiale Wand in 2 getheilt, so dass 2 auf je eine

15) Trematodon longicollis hat nach Schimper: Musci novi fasc. 3 et 4: im unteren Theile des Blattes 5 basale Deuter, weiter nach der Spitze des Blattes zu 4; keine Begleiter; homogene, weitlichtige Dorsalzellen, die nach der Basis zu 1—2 schichtig, nach oben zu 3 schichtig werden. Durch den Mangel an Bauchzellen wäre er demnach von den bis jetzt untersuchten Dicranis verschieden.

16) Leucobryum glaucum, Unger a. a. O. S. 507. Taf. III. Fig. 27. (Ich würde diese Bildung einen caulis aequalis nennen.)

17) Fissidens taxifolius.

18) Fissidens adianthoides.

Für diese beiden Arten darf ich wohl auf meine Moosstudien Th. I verweisen, und nur daran erinnern, dass ich (S. 386) mich genöthigt sah, für diese Moosgattung noch eine Zellgruppe, die conjunctivae, zu unterscheiden.

19) Fissidens Alexandrinus: Ist von den beiden vorigen dadurch verschieden, dass er bloss 2 basale Deuter besitzt, ferner bloss eine einfache Reihe conjunctivae; endlich dass er noch Zellen besitzt, die sehr an Begleiterzellen erinnern, indess doch bei dieser Art zu unentwickelt sind, um sie bestimmt dafür anzusprechen;

Zelle b' kommen, daher ich sie als ventrales betrachte und C. flexuosus unter den Typus von C. Mülleri und filifolius subsumire.

Durch weitere Theilungen der Zellen a' und b kommt es bei den Dicranodontien, ähnlich wie bei C. Schimperi (IV), dass sich zwischen Deuter und Epidermiszellen des Rückens ein continuirlicher Zellkörper von Stereiden bildet.

D. sericeum stimmt auch in der Anatomie mit Dicranella heteromalla. Die Gestalt des Nerven ist eine andere, er ist nicht so flach, wie bei den Dicranodontien und Campylopoden, sondern schmäler, auf dem Rücken stärker gewölbt, schärfer von der Blattspreite abgesetzt. Deuter meist 6, welches Verhältniss in einigen Schnitten scharf hervortritt, in anderen durch unregelmässige Verbreiterung des Nerven durch Theilungen der Spreitezellen maskirt wird. Sonst ist die Bildung ähnlich wie bei den Dicranodontien: an den weniger entwickelten, unteren Blättern sind bloss die Zellen a' in Stereidengruppen verwandelt, bei den oberen entwickelteren findet sich ein continuirlicher Zellkörper von stereiden Füllzellen vor. Dabei sind die Bauchzellen merostromatisch, im oberen Theile des Blattes mehrschichtig, differenzirt. Während Schnitte von der Mitte der oberen Blätter wie Miniaturausgaben von Schnitten durch Dicranum undulatum aussehen, erinnern die unteren, bis auf die Breite der Nerven, an die Dicranodontien, und so verknüpft diese Art die Bildung jenes Dicranum mit der der Dicranodontien und durch diese mit den Campylopoden.

Die so bedeutende Abweichung vorstehender Resultate mit den Zeichnungen Schimper's in den Nachträgen zur Bryologie können wir uns nur dadurch erklären, dass Schimper bei zu schwacher Vergrösserung beobachtete, und so die Stereidengruppen auf Bauch und Rücken der Deuter für homogene verdickte Zellwände ansah (besonders bei Camp. alpinus).

[illegible] bei andern Arten deutlich und entwickelt vorhanden, so müssen wir sie auch hier statuiren. Das Nähere s. Abhandl. d. Bair. Akademie.

[illegible]) Leucophaneen. Ueber diese eigenthümliche Moosgruppe stehen mir leider keine eigenen Untersuchungen zu Gebote, sondern ich kann nur auf die Abhandlung K. Müller's, Linnaea XIV. S. 315. [illegible] verweisen.

Meine eigenen wie die Müller'schen Untersuchungen reichen nicht hin, um hinsichtlich der bei meiner vorliegenden Arbeit massgebenden Gesichtspunkte vollständig ins Klare zu kommen, und Gewissheit darüber zu erhalten, ob diese Moose in Bezug auf den Bau ihres Blattes etwas ganz Eigenartiges bieten, das mit den Gebilden der übrigen Mooswelt durch keine Zwischenstufen verknüpft ist und daher auch eine eigene Terminologie erfordert, oder ob sie bloss einen eigenartig abgeänderten, auch sonst in der Mooswelt uns entgegentretenden Typus darstellen. Was als Nerv, was als Blattspreite anzusprechen ist, wird uns in vielen Fällen nicht klar. Ich muss mich daher hier darauf beschränken, auf diese lesenswerthen Untersuchungen hinzuweisen und sie zur Fortführung lebhaft zu empfehlen.

21) Pottia Heimii Taf. XXII. Es ist dies eines jener Moose, welche beim ersten Anblicke in Verwirrung setzen und sich der Deutung nach der Schablone der oben festgestellten Terminologie zu entziehen scheinen, deren Entwicklungsgesetz aber bei genauerem Studium und Vergleichung mit verwandten Erscheinungen klar wird, und nun geeignet erscheint, interessante Aufschlüsse zu geben, und eventuell sonst getrennt scheinende anatomische Bildungen zu verknüpfen.

Die Eigenthümlichkeit der erwähnten Moosarten ist nämlich die, dass wie sie an ihrem Stengel ein Aufsteigen von unteren, kleineren und weniger entwickelten Blättern durch solche von mittlerer Grösse und Ausbildung zu grossen Schopfblättern beobachten lassen, sie auch in der Anatomie der Nerven dieser verschiedenen Blätter eine ähnliche aufsteigende Entwicklung aufweisen.

Die mittleren Blätter zeigen meist einen scharf charakterisirten, wohl differenzirten Blattnerven, dessen Bau gewöhnlich mit dem bei anderen Arten derselben Gattung gesetzmässig auftretenden vollständig übereinstimmt; es sei mir daher erlaubt, ihn als typisch zu bezeichnen. — Die niederen Blätter zeigen dann meist eine oder die andere Zellgruppe an Zahl bedeutend vermindert, besonders die

intercalares bis zum völligen Verschwinden reducirt. Ich möchte diese Bildung hypotypisch nennen. Die Schopfblätter, besonders die Perichätialblätter an ihrer Basis zeigen eine sehr zellenreiche, lockerzellige Bildung, die aber fast gar nicht differenzirt ist — bloss die Begleiter heben sich, wo sie vorhanden sind, scharf ab — und jede weitere Deutung und Zerlegung in Deuter, Bauchzellen, Füllzellen, Epidermiszellen als eine durchaus künstliche erscheinen lässt. Wie ich nun bei den Splachnaceen (Flora 1867 Nr. 34—36) näher ausführe, kommt es vor, dass einzelne entwickeltste Arten der Gattung bloss diese *„hypertypische"* Gestaltung zeigen, ohne auf die typische zurückzugreifen. Durch solche Arten, welche beide Gestaltungen zeigen, werden sie mit der Mehrzahl der Arten mittlerer Entwicklung verknüpft, denen sie sonst ganz fremd gegenüberstehen würden. Es ist kaum zu zweifeln, dass sich in ähnlicher Weise Arten an die hypotypische Entwicklung anschliessen, obwohl mir gerade kein Fall bekannt geworden ist.

Eine solche Entwicklung scheint nun auch bei Pottia Heimii mit Entschiedenheit vorhanden zu sein, und ich bedauere nur, dass mir bei Untersuchung dieser Art dieser Gesichtspunkt noch nicht gegenwärtig war, so dass ich die Sache unter demselben hätte untersuchen können. So sehen wir in Fig. ϑ die typische Entwicklung, die so sehr mit derjenigen bei der doch sonst so verschiedenen Anacalypta latifolia stimmt, dass diese Figur, abgesehen von der Dimension der Zellen, auch dieser Art angehören könnte; wir finden 2 duces, eine deutlich entwickelte Begleitergruppe, einschichtige, weitlichtige ventrales, differenzirte Rückenzellen. Bei Fig. η hat sich eine Bauchzelle durch eine radiale und die eine der so entstandenen Zellen durch eine tangentiale Wand getheilt. Fig. ε stellt ohne Zweifel die hypotypische Entwicklung dar, die sich an den Niederblättern und an den an der Spitze auslaufenden Nerven darstellt; die dorsales sammt Begleitern sind auf 8 kaum differenzirte Zellen reducirt. Bei Fig. β danken die 3 den Nerven rechts begrenzenden Zellen wahrscheinlich der Spreite ihre Entstehung.

Fig. ζ zeigt uns den Uebergang zu der in Fig. δ gipfelnden hypertypischen Entwicklung, die uns ein zellenreiches dünnwandiges Gewebe darstellt, in dem sich bloss die Begleitergruppe durch Kleinheit der Zellen heraushebt.

Aehnliche Entwicklung sehen wir beim Stengel, dessen Centralstrang im unteren blattlosen Theile verschwindet, im oberen beblätterten dagegen vorhanden und ziemlich ausgebildet und scharf ab-

gegrenzt ist. Das Parenchym ist gleichartig, wenig verdickt; der Fruchtstiel gewöhnlich.

22) Anacalypta latifolia:

Der obere und der untere Theil des Blattnerven unterscheiden sich auffallend von einander, wie auch das Zellnetz der oberen und der unteren Blatthälfte, ein Unterschied, der sich im Querschnitte noch weit deutlicher erkennen lässt, als in der Flächenansicht.

Im oberen Theile des Blattes finden wir (Fig. ζ, η) 4 Deuter, die aber meist kleinlichtiger und dünnwandiger erscheinen, als die ausserordentlich entwickelten, bauchig hervortretenden 4—6reihigen, einschichtigen Bauchzellen. (Ein ähnliches Verhältniss findet sich bei Trichostomum Aaronis vom Sinai.)

Die Begleitergruppe ist deutlich vorhanden; die Rückenzellen wenig differenzirt, stark verdickt, englichtig; die intercalares 1—2-schichtig. Die dorsale Schicht der Epidermiszellen sowohl als der Spreitenzellen erscheint in diesem oberen Theile des Blattes ausserordentlich verdickt, während die Bauchwand der letzteren, sowie die Zwischenwände viel zarter sind.

Dieses Verhältniss verschwindet im unteren Theile des Blattes, alle Wände der Spreitezellen erscheinen dünnwandig, der Nerv erscheint viel weniger entwickelt, die Zahl der Deuter reducirt sich auf 2, die Bauchzellen treten nach Zahl und Umfang zurück und zählen an der Basis auch meist 2. Die dorsales intercalares nehmen an Zahl und Verdickung ebenfalls ab; es vollzieht sich hier derselbe Process in umgekehrter Ordnung, den wir sonst von der Blattmitte nach der Spitze zu vorgehen sehen.

Die kleinen Niederblätter entbehren an der Basis der Bauchzellen gänzlich (Fig. ϑ u. ι); wir sehen also auch hier eine typische und eine hypotypische Entwicklung, sogar im nämlichen Blatte sehen wir etwas Aehnliches auftreten.

Der Stengel hat im unteren blattlosen Theile keinen Centralstrang, weiter nach oben entwickelt sich derselbe, um dann ziemlich zellenreich zu werden (Fig. α). Das übrige Parenchym ist weitlichtig, dünnwandig, nach dem Rande zu wenig stärker verdickt. — Fruchtstiel gewöhnlich.

23) Didymodon rufus:

Deuter 4, wie es scheint in einer Anzahl von Blättern nur 2 Begleiter 0; Bauch- und Rückenzellen differenzirt, Füllzellen homogen, nicht sehr zahlreich, 1—3schichtig, englichtig, dickwandig.

Spreite papillös, dabei etwas mamillös, so dass sich diese

Verhältnisse meist vereinigen, im unteren Theile des Blattes glatt; Randzellen meist 2schichtig.

Stengel: Centralstrang wenig entwickelt oder 0, Parenchym ziemlich verdickt, nach dem Rande zu dickwandiger und englichtiger.

Anm. Zwischen überwiegend vielen Querschnitten durch den Blattnerven von der eben geschilderten Art kamen mir einige mehr Grimmia- oder Orthotrichum-artige vor, wie Taf. XXII. Fig. η, ϑ, ι, denen ich ihre Stelle im Augenblicke nicht anzuweisen im Stande bin. Als ich die Untersuchung machte, glaubte ich, η gehöre dem unteren Theile des Stengels an, den wir bei manchen Moosen ohne Centralstrang finden, ϑ, ι, durch ζ und ε scheinbar mit β und γ verbunden, gehörten vielleicht den Hüllblättern der weiblichen Blüthe; nach den späteren Untersuchungen glaube ich jetzt, dass durch ein Versehen ein Stengelchen einer Grimmia, etwa apocarpa, die öfter unserem Moose beigemischt und diesem ähnlich ist, sich dem Materiale beigemischt, und dass dieser η ϑ und ι angehören. Erneute Untersuchung, die ich nicht anstellen konnte, muss Gewissheit geben.

24) Weisia zonata Taf. XXII: Die hier gegebenen Figuren beziehen sich alle auf die Normalform und sind einem von Funk gesammelten Exemplare entnommen; eine robustere, vielleicht specifisch verschiedene Form, die ich früher als Campylopus irregularis, dann als Leptotrichum Molendianum vertheilt hatte, ehe ich ihre Identität mit W. zonata erkannte, habe ich in den Verhandlungen des zool. botan. Vereins beschrieben und illustrirt. Da ich über die generische Stellung des Mooses noch unklar bin, lasse ich ihm einstweilen den Namen Weisia zonata, reihe es aber hier bei seinen wahrscheinlichen Verwandten ein.

Blattnerv: Deuter mehrzählig, basal oder von einigen merostromatischen Bauchzellen unregelmässig bedeckt; Begleiter 0; Rückenzellen heterogen, mehrschichtig; Füllzellen 2—3schichtig, homogen, englichtig.

Blattspreite: An der Basis einschichtig, nach oben unregelmässig 2—3schichtig, und vom Nerven, der scheinbar die ganze Blattspreite einnimmt, durch keine scharfe Grenze zu scheiden.

Stengel: Centralstrang vorhanden, Parenchym in der Mitte weitlichtig, wenig verdickt, nach dem Rande zu englichtiger, dickwandiger.

NB. Der Blattbau dieses Mooses hat unter den mir bis jetzt bekannten, genauer untersuchten, keine Analogie, und steht, unter

den europäischen Moosen wenigstens, vereinzelt, daher auch über das Genus nichts Bestimmtes auszusagen ist.

25) Eucladium verticillatum (Abhandl. d. Berl. Academie): Deuter median, 6, sehr selten 8, Bauch- und Rückenzellen differenzirt, Füllzellen homogen, englichtig, dickwandig; Bauchzellen am Grunde lagenförmig, oben biconvex, nervus heterodictyos, am Grunde schichtenärmer, weniger differenzirt.

Blattspreite oben papillös, unten glatt und aus äusserst weitlichtigen Zellen gewebt, die im Querschnitte fast dem Nerven an Breite gleichkommen.

Stengel ohne Centralstrang, Zellen weitlichtig, nach dem Rande zu enger, dickwandiger, die Mantelschicht wieder bedeutend weitlichtiger durch das Verwachsen der weitlichtigen Spreitezellen der Blattbasis mit dem Stengel.

26) Trichostomum tophaceum Taf. XXIII: Blattnerv wenig differenzirt, die Zellen alle ziemlich weitlichtig, ziemlich stark verdickt; doch sind deutlich zu erkennen: die medianen mehrzähligen Deuter, deren Zahl sich meist um die Sechszahl bewegt. Diese scheint die typische Zahl zu sein, die aber durch unregelmässige Theilungen der Deuter, sowie durch Verbreiterung des Nerven durch tangentiale Theilungen der Blattspreite häufig alterirt und verwischt wird.

Begleiter bei den (6 untersuchten) europäischen Formen meist ganz obsolet, nur auf wenigen Schnitten zu erkennen (Taf. XXIII. Fig. γ), dagegen bei einer Form vom Sinai, die sonst von der europäischen Art nicht zu trennen ist, sehr deutlich und entwickelt (Abhandl. d. Berl. Acad. der Wissenschaften).

Bauch- und Rückenzellen wenig differenzirt, 2—4schichtig, lagenförmig (Fig. γ), oder biconvex (Fig. β); Rückenzellen meist mehrschichtig, subhomogen.

Blattspreite mehr oder weniger papillös.

Stengel: Centralstrang entwickelt bis obsolet, Parenchym in der Mitte dünnwandig, weitlichtig, einige Zellschichten des Randes weit stärker verdickt und englichtiger, nach der Mitte übergehend.

27) Trichostomum Ehrenbergii (s. Abhandlungen d. Berl. Academie).

4 Deuter, Begleiter deutlich, wenigzellig, Rücken- und Bauchschichten stark differenzirt, Füllzellen ein- bis mehrschichtig, nicht sehr zahlreich, englichtig, nicht sehr dickwandig, mit eckigem Lumen.

Blattspreite dünnwandig, glatt.

Stengel mit wenig entwickeltem oder obsoletem Centralstrang.



Parenchym dünnwandig, weitlichtig, nach dem Rande zu englichtiger, wenig stärker verdickt.

28) Trichostomum Mosis (s. Abhandl d. Berl. Academie).

Deuter 2, Begleiter 0, Bauchzellen einschichtig, 2—3zählig, Rückenzellen differenzirt, Füllzellen homogen, wenig zahlreich.

Stengel: Centralstrang wenig entwickelt, Parenchym weitlichtig, dünnwandig, nach dem Rande zu wenig stärker verdickt.

29) Trichostomum Aaronis (Abhandl. d. Berl. Acad.): Deuter 4; Begleiter vorhanden, wenig entwickelt; Bauchzellen weitlichtig, 2—3schichtig, die basalen im oberen Theile des Blattes sehr gross und bauchig, nach innen vorragend; Rückenzellen differenzirt, 2—3schichtig; Füllzellen homogen, englichtig, ziemlich dickwandig. Blattspreite papillös.

Stengel: Centralstrang entwickelt, Parenchym ziemlich gleichartig, dünnwandig, nach dem Rande zu ein wenig stärker verdickt, allmählich in den Centralstrang übergehend.

30) Desmatodon cernuus Taf. XXIII (nach einer flüchtigen Zeichnung im Herbar):

Blattnerv wenig differenzirt, aus lauter dünnwandigen, weitlichtigen Zellen bestehend.

Deuter 2—4 (?); Bauchzellen 1—2schichtig, die Innenzellen des Rückens wenig zahlreich.

Stengel: Centralstrang 0, Randzellen ziemlich stark verdickt, nach Innen in weitlichtige, dünnwandige übergehend.

31) Barbula aloides Taf. XXIII u. XXVIII:

Der Blattgrund zeigt ein gleichartiges, weitlichtiges, dünnwandiges, 3—5schichtiges Gewebe (Fig. β u. γ), etwas weiter nach oben theilen sich die Rückenzellen durch tangentiale Wände in je eine grössere Aussen- und kleinere Innenzelle; letztere theilt sich wiederholt in kleinere Zellen, welche ihre Wandung verdicken. Dieser Process beginnt an einzelnen von einander getrennten Stellen, während zu gleicher Zeit die Zellen der Basalschicht beginnen, zu den bekannten Zellfäden auszuwachsen (bei 1 Fig. δ). Jener Process der Theilung in kleinere Zellen nimmt nun immer mehr überhand (Fig. ε, ζ) und verbreitet sich auch auf die benachbarten Zellen, während die aus den Basalzellen entstandenen Zellfäden immer weiter fortwachsen und sich lebhaft theilen. Schliesslich hat sich zwischen der Epidermis des Rückens und der Basis eine ganze, zusammenhängende Lage substereider Zellen ausgebildet, welche dadurch, dass schliesslich alle Zellen bis auf die an die Fäden unmittelbar angrenzende Zelllage

sich theilen und in Substereiden verwandeln, eine bedeutende Dicke erlangt.

In Fig. η sehen wir noch eine der ursprünglichen Zelllagen, die Zellen z von diesem Processe verschont; in Fig. ϑ sehen wir alle Zelllagen, bis auf die unmittelbar an die Zellfäden angrenzende, in substereide Zellen verwandelt. Diese Zellen (d Fig. ϑ) sind als die eigentlichen Deuter zu betrachten, wie sich sogleich durch eine interessante Abnormität bewahrheitet, welche ein Zurückschlagen auf den Typus anderer Barbulae anzeigt, den wir sogleich im Folgenden näher kennen lernen werden. Er besteht darin, dass sich auf der Bauchseite der Deuter differenzirte Bauchzellen befinden, weitlichtige Epidermiszellen und homogene, substereide, mehrschichtige Füllzellen. An einzelnen Stellen nun sehen wir, dass statt der grünen Zellfäden unser Moos in diesen Typus überschlägt. Fig. ϑ bei x sehen wir die weitlichtigen ventralen Epidermiszellen e; zwischen ihnen und den Deutern d 2schichtige substereide Füllzellen und dies mitten zwischen den Zellfäden. Weiter oben verschwinden, wie bei allen Moosen, die Differenzen zwischen den einzelnen Zellen mehr und mehr; bei Fig. ι sehen wir den Nerven aus ziemlich gleichmässigen, ziemlich weitlichtigen, dickwandigen Zellen bestehen, denen aussen die Zellfäden aufsitzen.

Auch ein Theil der Blattspreite erscheint mehrschichtig und mit Zellfäden besetzt; wenigstens scheint es mir natürlicher, in Fig. η die Partie von n an bis zum Blattrande zur Spreite, als zum Nerven zu rechnen; bei Fig. ι sitzen die Fäden unmittelbar der einschichtigen Spreite auf, während in Fig. η noch eine oder 2 Zellschichten sich dazwischen einschieben.

Der Stengel hat keinen Centralstrang, er besteht aus einem ganz gleichmässigen dünnwandigen Gewebe; bloss die Zellen der Mantelschicht sind in radialer Richtung etwas verkürzt, ohne stärker verdickt zu sein. Taf. XXIII. Fig. α.

Dagegen zeigt der Fruchtstiel einen deutlichen Centralstrang, einige Lagen sehr stark verdickter, substereider Randzellen, die dann nach innen rasch in das den Centralstrang umgebende, ziemlich dünnwandige Gewebe übergehen.

32) Barbula inclinata Taf. XXIII:

Deuter in Mehrzahl, median; Begleiter 0; Bauchzellen stark differenzirt in weitlichtige Epidermiszellen, und nach innen convexe, homogene Stereiden, Dorsalzellen 2schichtig bis 3schichtig, homogen, stereid bis substereid. (Nach einer Skizze im Herbar.)

33) Barbula Alexandrina (Abhandl. der Berl. Academie der Wissensch.).

Nervus heterodictyos.

Deuter in Mehrzahl; Begleiter 0; Bauchzellen am Grunde alle weitlichtig, wenig differenzirt, fast lagenförmig, in der Mitte convex, stark differenzirt, Füllzellen heterogen, regelmässig gemischt, indem in der Mitte des Nerven unter den Deutern 2 weitlichtige Zellen auftreten, die sich weiter oben auf eine vermindern und dann verschwinden, die übrigen Zellen substereid; Rückenzellen kaum heterogen, 3 bis mehrschichtig, substereid.

Blattspreite stark papillös, Papillen getheilt.

Stengel: Umriss stark verzogen, wenig entwickelter Centralstrang, sonst fast ganz gleichmässiges Gewebe, auch die Randzellen nicht stärker verdickt.

34) Barbula recurvata Hook. Taf. XXII:

Deuter an der Basis 4, von der Mitte an 2; Begleiter deutlich vorhanden, zum Theil ziemlich entwickelt. Bauchzellen durchweg weitlichtig, in der Region der 4zähligen Deuter in der Mitte zweischichtig, in der Region der 2zähligen Deuter meist einschichtig, zu 2 oder 4; Dorsalzellen deutlich differenzirt, intercalares homogen, englichtig, substereid; der auslaufende Nerv besteht manchmal ganz aus gleichmässigen Stereiden.

Blattspreite stark papillös, mit 2 höckrigen Papillen, am Rande spiralig eingerollt (Fig. ϰ).

Stengel stark verzogen, wenig scharf abgesetzter Centralstrang, das übrige Gewebe gleichmässig, weitlichtig, dünnwandig.

Fruchtstiel gewöhnlich, Randzellen bis zur Stereidenform verdickt.

35) Barbula mucronifolia Taf. XXII:

Deuter 2; Begleiter deutlich vorhanden; Bauchzellen weitlichtig, dünnwandig, einschichtig, 2—4, im oberen Theile des Blattes fehlend. Rückenzellen differenzirt, Füllzellen homogen, englichtig — substereid sehr zahlreich.

In Fig. δ, einem Schnitte durch ein junges Blatt, geben die Zahlen und die relative Stärke der Linien ungefähr die Reihenfolge der Theilungen an.

Stengel: Centralstrang entwickelt, wenig scharf abgesetzt, Parenchym fast gleichartig, nach dem Rande zu ein wenig dickwandiger.

Fig. ε zeigt den Beginn einer hypertypischen Entwicklung, analog der oben bei Pottia Heimii discutirten.

36) Barbula Brebissonii (Schimper, Musci novi fascic. III, IV) besitzt, nach den dort gegebenen Zeichnungen zu urtheilen, den gleichen Bau wie Barbula Alexandrina.

37) Barbula ruralis (Unger a. a. O. S. 507. Taf. III. Fig. 22). Diese Figur zeigt uns einen caulis homogeneus, an dem die äussersten 2—4 Schichten, jedenfalls den angewachsenen Blättern angehörig, plötzlich stark verdickt erscheinen.

38) Grimmia apocarpa Taf. XXIII: (Skizze im Herbar.)

Nerv fast ganz homogen, aus weitlichtigen, mittelstark verdickten Zellen bestehend; Basalzellen 2 (wohl, nach Analogie mit den nachfolgenden Andeutungen über Orthotrichum, als basale Deuter aufzufassen), Mittelzellen 1—3 (nach meinen Zeichnungen, wohl unter Umständen auch zahlreicher).

39) Grimmia Sinaica Hmpe Taf. XXIII:

2 basale Deuter, Begleiter deutlich, sehr entwickelt; Rückenzellen einschichtig, bloss als weitlichtige, den Deutern ziemlich homogene Aussenzellen auftretend.

Stengel: Centralstrang ziemlich entwickelt, Parenchym weitlichtig, dünnwandig, nach dem Rande zu stärker verdickt.

Dies ist der einzige Fall, wo mir deutlich entwickelte Deuter vorgekommen, ohne dass die Dorsalzellen intercalares ausgebildet hatten; die Aehnlichkeit der Bildung dieses Nerven mit dem bei Grimmia apocarpa und den Orthotrichis ist evident, nur dass hier die Mittelzellen als Begleiter auftreten, während sie sich dort zu einer unbestimmten Anzahl den Deutern und Aussenzellen ziemlich homogener Innenzellen ausbilden.

40) Grimmia gigantea Taf. XXIII:

Deuter 4, median, Begleiter 0; Bauch- und Rückenzellen wenig differenzirt, substereid — stereid, 2—3 schichtig; Blattspreite papillös.

Stengel: durchweg aus stark verdickten Zellen bestehend; der Centralstrang wenigzellig, die Zellen desselben plötzlich kleiner als das umgebende Zellgewebe und etwas weniger, aber auch noch ziemlich stark verdickt; im jüngeren Stengel, wo sie noch nicht stark verdickt sind, treten sie ausserordentlich inhaltsreich auf (Fig. γ).

Das dem Centralstrange zunächst liegende Zellgewebe ist ebenfalls verdickt, aber ziemlich weitlichtig, die Verdickung nimmt nach dem Rande hin zu, so dass die äussere Partie des Sten-

gels von einigen Schichten substereider — stereider Zellen gebildet ist.

Es ist bekannt, welche Wanderungen dieses stattliche und nicht seltene, aber leider nur steril bekannte Moos hat durchmachen müssen; wie es bereits bei Dicranum, Barbula, Didymodon untergebracht wurde. Zuletzt zog es Schimper zu Grimmia, wohl durch eine gewisse Aehnlichkeit des Zellnetzes mit dem mancher Grimmien und Rhacomitrien bewogen. Aber bei genauerer Betrachtung ist diese Aehnlichkeit nur eine oberflächliche; das Zellnetz dieses Mooses hat noch nirgends eine genaue Darstellung gefunden, aber da die Art sehr verbreitet ist in den Herbarien, steht es Jedem zur Betrachtung offen. Ich weiss kein Moos, dem es in dieser Hinsicht genau gleicht; am ähnlichsten fand ich noch das Netz von Aulacomnium palustre var. imbricata. — Was nun den Bau des Blattnerven und Stengels betrifft, so steht es in ersterer Beziehung offenbar ganz fremdartig zwischen den wenigen untersuchten Grimmiaceen und den ziemlich zahlreichen Orthotrichaceen, die alle eine sehr gleichartige Physiognomie zeigen, und ist, soweit dieses Kriterium ein Urtheil erlaubt, sicher eine Trichostomee; im Bau des Stengels weicht es aber von diesen ab und zeigt bisher bloss Aehnlichkeit mit Tetraphis pellucida und Rhizogonium spiniforme.

Es ist sicher ein ausgezeichnetes genus, und wären meine Untersuchungen zahlreich genug, um mit Bestimmtheit zu sagen: keine Grimmiacee hat diesen Blatt- und Stengelbau, keine andere Trichostomeengattung diesen Stengelbau, wie ich es mit Sicherheit vermuthe, so würde ich nicht anstehen, dieses Genus aufzustellen, so aber halte ich dies noch verfrüht; vielleicht wird Herr Lindberg die Taufe übernehmen.

41) Rhacomitrium protensum Taf. XXIV:

Nerv homogen, unregelmässig 2-, 3- oder 4schichtig; Basalzellen mehrzählig, alle Zellen weitlichtig, stark verdickt.

Stengel: Centralstrang fehlend. Zellen in der Mitte weitlichtig, nicht stark verdickt, am Rande ziemlich plötzlich dickwandiger werdend, so dass 3—4 Schichten der Stengelperipherie aus ziemlich englichtigen, dickwandigen Zellen bestehen (Fig. α; s. auch Unger a. a. O. S. 507). In dieser Zellpartie fand ich auch echte Poren, bisher der einzige Fall aus dem Stengelgewebe der Moose, der mir bekannt wurde (während dieselben bekanntlich im Blattgewebe nicht selten auftreten).

Die Rückenschichten des Nerven erscheinen zuweilen in der

Mitte durchbrochen, so dass an dieser Stelle der Nerv einschichtig erscheint (Fig. ε). Schnitte (Fig. γ), wie man sie zuweilen erhält, sowie die Analogie mit Grimmia und Orthotrichum lassen vermuthen, dass der Nerv bloss dem leiblichen Auge homogen erscheint, dass aber die verschiedenen Zellschichten desselben nicht entwicklungsgeschichtlich gleichwerthig sind, sondern dass die Basalzellen als Deuter aufzufassen sind.

Eigenthümlich ist die Verdickung der Zellen der Blattspreite, sowie der Basal- und Rückenzellen des Nerven. Wir finden (z. B. Fig. β bei a) die Verdickung der Zellwand nicht dem Zelllumen aufgesetzt, sondern der Zellwand, und zwar als eine Anschwellung, die von der Mitte des Lumens der einen Zelle bis zu derselben Stelle der andern Zelle reicht.

In der Mitte des Zelllumens finden wir bei solchen Schnitten eine starke Einschnürung; an anderen Stellen, besonders so weit die Blattspreite reicht (z. B. Fig. δ bei x), finden wir gerade über der Zellwandung, die beide Zellen trennt, nicht die höchste Anschwellung, sondern ebenfalls eine Einschnürung, aber flacher als die in der Mitte der Zelle.

Aehnlich ist, nach der Betrachtung von oben zu urtheilen, das Verhältniss im Längsschnitte, nur dass sich da die Erhebung und Vertiefung bei den langgestreckten Zellen mehrmals wiederholt. Die Zellwände, welche die einzelnen Zelllumina trennen, sind bekanntlich, von der Fläche gesehen, abwechselnd verbreitert und verschmälert. Jede solche Verbreiterung scheint einer Erhebung, jede Verschmälerung einer Einsenkung zu entsprechen. — So ist der Blattbau bei Rhacomitrium ein sehr merkwürdiger und complicirter, und die Blattfläche von einem ziemlich zusammengesetzten System von Wülsten bedeckt.

42) Rhacomitrium canescens (Unger a. a. O. S. 507 und Taf. XXIII Fig. 23) zeigt einen ähnlichen Stengelbau; die hier wahrscheinlich ebenfalls stattfindende allmähliche Verdickung der Zellwände von der Mitte nach dem Rande zu, dürfte in dieser Figur nicht hinreichend ausgedrückt sein.

43) Braunia sciuroides Taf. XXIII.

Die Blätter sind bekanntlich nervenlos, der Stengel entbehrt des Centralstranges, die Zellen des Parenchyms sind in der Mitte weitlichtig, ziemlich dünnwandig, nach dem Rande zu stärker verdickt, so dass den Stengelmantel einige Schichten ziemlich englichtiger, dickwandiger Zellen bilden.

44) Hedwigia ciliata zeigt, nach Unger a. a. O. S. 507, ein des Centralstrangs ebenfalls entbehrendes Stämmchen.

45) Orthotrichum pumilum (Unger a. a. O. S. 507, Taf. XXIII Fig. 28) zeigt ein Stämmchen ohne Gefässbündel mit durchweg ziemlich stark verdicktem, nach aussen an Dickwandigkeit zunehmendem Parenchym.

46) Orthotrichum Schubartianum Ltz.,

47) Orthotrichum alpestre:

Beide in ihrem Bau nur wenig verschieden, zeigen dem Auge einen fast ganz homogenen Nerven von weitlichtigen, nicht sehr stark verdickten Zellen. Basalzellen 2, die aber, wie in einer Abhandlung (welche in den Verhandlungen des zoologisch botanischen Vereins in Wien erscheinen wird) des Näheren erörtert werden wird, der Entwicklungsgeschichte nach als 2 basale Deuter aufzufassen sind; Rückenzellen: 1—15 Innenzellen, die bloss in dem auslaufenden Nerven fehlen und eine der Dicke des Nerven entsprechende Anzahl von Aussenzellen.

Blattspreite stark mit grossen 2höckrigen Papillen besetzt.

Stengel stark verzogen, Centralstrang fehlend, Zellen weitlichtig, dünnwandig, nach dem Rande zu etwas stärker verdickt.

48) Orthotrichum Sturmii Taf. XXIII (nach flüchtiger Skizze im Herbar):

Bau des Blattnerven und der Spreite wie bei den beiden vorhergehenden Arten, die Rückenzellen erscheinen etwas stärker differenzirt, wie bei diesen.

Das Kennzeichen der im oberen Theile zweischichtigen Blattspreite, welches von Schimper und de Notaris urgirt wird, konnte ich bei 2 untersuchten Formen (aus dem Mattreyer Tauernthale und von S[a] Catharina) nicht entdecken, ebensowenig wie dies Freund Juratzka gelang, so dass dies Kennzeichen kein constantes zu sein scheint.

Die Orthotricha, welche in den Nachträgen zur Bryologia Europaea gezeichnet sind, zeigen einen ganz ähnlichen Bau, nur dass bei einigen statt 2 basaler Deuter deren 4 erscheinen; letztere sind: Orthotrichum Shawii?, microblepharon?, arcticum, saxatile; einige erscheinen in diesen Zeichnungen mit 3 Deutern, was ich bei den von mir untersuchten Arten von Orthotrichum sowohl als bei allen andern Moosen nur als seltene Ausnahme durch abnorme radiale Theilung eines der 2 normalen Deuter beobachtete.

49) Tetraphis pellucida:

In Bezug auf den Bau des Blattnerven ein charakterloser Typus, der sich jeder näheren Definition entzieht. Der Blattnerv ist ziemlich homogen aus ziemlich weitlichtigen, dickwandigen Zellen gewebt, in denen sich in den meisten Schnitten eine deutliche, aber weder nach Gestalt noch Lage constante Begleitergruppe bemerklich macht, die aber auch fehlen kann; ebensowenig ist die Zahl der Basalzellen constant, und unregelmässige Verbreiterung des Nerven durch Mehrschichtigwerden der Blattspreite kommt noch dazu, die Unordnung zu vermehren; ich muss die speciellere Darstellung der aus den beobachteten Fällen herausgegriffenen und gezeichneten Verhältnisse einem anderen Orte vorbehalten.

Der Stengel hat einen ausgebildeten, regulären Centralstrang, das angrenzende Zellgewebe ist stark verdickt, die Verdickung nimmt nach dem Rande hin zu.

50) Encalypta ciliata Taf. XXIV:

Der Bau des Blattnerven der beiden untersuchten Encalypten ist nicht leicht so zu deuten, dass er mit den im allgemeinen Theile geschilderten Verhältnissen im Einklange steht; es ist wahrscheinlich, dass weitere Untersuchungen verwandter Arten und Gattungen ihn als einen neuen Typus kennen lehren, der seine eignen Bezeichnungen erfordert. Die äussere Erscheinung desselben ist in seiner ausgebildetsten Gestalt, dass er uns (Fig. γ) in der Mitte einen Körper weitlichtiger, wenig verdickter Zellen zeigt, die nicht nur nach oben hin allmählich in englichtigere, dickwandigere übergehen und an der Nervenbasis von ähnlichen begrenzt sind, sondern auch nach den beiden Seiten des Nerven hin englichtiger und dickwandiger werden. Eine Schicht Deuter, die sich in gleicher Beschaffenheit, als durchaus weitlichtige, dünnwandigere Zellen an die beiden Blattspreiten anschlösse und durch den Nerven oder an dessen Basis verliefe, fehlt hier; es ist das Nervencentrum, das von weitlichtigen Zellen angefüllt ist. Bis uns aber weitere Untersuchungen den Bau dieser Nerven sichrer verstehen lehren, ist es gerathen, wenigstens einen Ausdruck dafür zu schaffen nach Analogie der bisher aufgefundenen Typen; die mit d bezeichneten Zellen mögen daher als Deuter fungiren; die Diagnose lautet dann:

Deuter in Mehrzahl, in stark gekrümmten Bogen durch den Nerven verlaufend, an den Rändern kleiner, dickwandiger, undeutlicher werdend; Begleiter 0 (denn es ist kein Grund vorhanden, die [illegible] als Begleiterzellen anzusprechen, ich fand nie Gruppen an

ihrer Stelle); Bauch- und Rückenzellen heterogen, am Rande englichtig, dickwandig, nach den Deutern hin immer weitlichtiger, dünnwandiger werdend.

Stengel: Centralstrang wenig entwickelt und nicht scharf abgesetzt, im unteren Theile des Stengels obsolet. Parenchym weitlichtig, dünnwandig, nach dem Rande zu weit englichtiger, dickwandiger werdend; Zellen der Mantelschicht subsphagnoid: wieder etwas weitlichtiger und viel dünnwandiger.

51) Encalypta streptocarpa Taf. XXIV zeigt (nach einer früheren Skizze) ähnliche Verhältnisse; der Querschnitt durch den jungen Nerven zeigt ein homogenes Zellgewebe; sicher hat sich keine Zellgruppe als Begleitergruppe ausgeschieden.

52) Calymperes Crügeri:

Eine flüchtige frühere Skizze aus dem Herbar mag an dieser Stelle Platz finden, hauptsächlich um das enorme Missverhältniss zu zeigen, dass bei diesen Moosen zwischen dem Nerven und dessen Zellen und den angrenzenden Zellen der Blattbasis stattfindet; der Nerv selbst zeigt 6 Deuter, von denen einer in eine Gruppe von 3 Stereiden übergegangen ist; Bauch- und Rückenzellen erscheinen wenig differenzirt, lagenförmig, 2—3schichtig; Begleiter fraglich, da ich damals nicht darauf achtete.

Ueber die bis jetzt untersuchten Splachnaceen und Funariaceen habe ich in der Flora 1867 Nr. 33—35 so ausführlich gehandelt, dass dieselben hier nur einer kurzen Erwähnung bedürfen.

Als typische Bildung zeigt sich allen Splachnaceen gemeinschaftlich: 2 basale Deuter, entwickelte Begleitergruppe, wohldifferenzirte Rückenzellen, bestehend aus weitlichtigen epidermalibus und englichtigen, substereiden Füllzellen. Nach der grösseren oder geringeren Ausbildung der betreffenden Blätter wechseln die dorsales sehr an Zahl.

56) Tayloria serrata bleibt ganz innerhalb des Typus und zeigt weder hypotypische, noch hypertypische Formen; intercalares dorsales zahlreich.

57) Tetraplodon urceolatus zeigt als hypotypische Form Nerven ohne dorsale Füllzellen, als hypertypische das Auftreten von 1—2 Bauchzellen.

54) Splachnum sphaericum und

55) Voitia nivalis gehen vom überwiegend auftretenden Typus zu entwickelten hypertypischen Bildungen fort, die einen zellenreichen Blattnerven von lockeren dünnwandigen Zellen darstellen,

in welchen sich bloss die engzelligen Deuter wohl differenzirt abheben.

53) Splachnum sphaericum zeigt bloss diese hypertypische Bildung des Nerven.

Der Stengel der erwähnten Splachnaceen zeigt einen entwickelten Centralstrang und ein gleichartiges, nach dem Rande zu nur wenig stärker verdicktes Gewebe.

Die beiden Splachna, sowie Voitia, haben dabei die Eigenthümlichkeit, dass ihr Stengelparenchym von Blattspuren durchzogen wird, die bis zum Centralstrange, mit dem sie sich vereinigen, verlaufen.

Die Bildung, welche bei den Splachnaceen typisch auftritt, zeigt sich bei den Funariaceen hypotypisch bei den Niederblättern von Physcomitrium Sesostris und ? Funaria hygrometrica.

Hingegen sehen wir hier typisch erscheinen, was wir bei Tetraplodon hypertypisch erblickten: das Auftreten einer einfachen Schicht weitlichtiger Bauchzellen. Dabei sind die Deuter bei den entwickelten Arten in Vierzahl vorhanden.

Wir haben also:

4 mediane Deuter, entwickelte Begleitergruppe, weitlichtige, einschichtige Bauchzellen, wohldifferenzirte Rückenzellen.

Der Stengel zeigt keine Blattspuren, wohl aber typisch eine [illegible]lich wohlentwickelte sphagnoide Mantelschicht. Bei

[illegible] Physcomitrium Sesostris schreitet die Bildung von der [illegible]typischen, bauchzellenlosen Bildung zur Bildung von Bauchzel[illegible]: Deuter hypotypischerweise nur 2; Stengel armzellig, ohne [illegible]hagnoide Mantelschicht; Fruchtstiel armzellig, gewöhnlich: bei

[illegible] Entosthodon Templetoni ist der Fruchtstiel gewöhn[illegible]. [illegible]ei

[illegible] Funaria hygrometrica zeigt er den bereits oben ge[illegible] Bau (s. Taf. XXVIII. Fig. 60).

[illegible] Webera polymorpha Taf. XXV:

[illegible] in den entwickelteren Blättern 4. in den unteren Stengel[illegible] Begleiter nicht stark entwickelt, aber deutlich; Bauchzel[illegible] Perichätialblättern einschichtig; in den Stengelblättern [illegible]äufig einige, 2—7, englichtige, verdickte intercalares [illegible] Rückenzellen weniger differenzirt, als bei den echten [illegible] zahlreich, bis zur Stereidenform verdickt. Cen[illegible]gels stark entwickelt, übergehend; Stengelparen[illegible]h aussen relativ bedeutend verdickt.

62) Webera cruda Taf. XXV:

Deuter 4, Bauchzellen 1- oder 2schichtig, zum Theil ziemlich differenzirt, die intercalares englichtig, verdickt.

Centralstrang des Stengels scharf abgesetzt.

63) Webera nutans und

64) Webera elongata zeigen nach Unger a. a. O. Taf. I. Fig. 5 u. 6 einen analogen Stengelbau mit scharf abgegrenztem Centralstrang.

65) Webera Sinaitica (Abh. d. Berl. Acad.), ferner:

67) Bryum turbinatum Taf. XXIV,

68) Bryum Syriacum (Abh. d. Berl. Acad.),

69) Bryum cirrhatum Taf. XXIV

zeigen in Blatt und Stengel einen ausserordentlich übereinstimmenden Bau, nämlich 4 Deuter, einschichtige, weitlichtige Bauchzellen, an Zahl geringer als die Deuter (2) oder diesen gleich; eine entwickelte Begleitergruppe, wohldifferenzirte, mehr oder weniger zahlreiche Rückenzellen.

Stengelumriss stark verzogen; Centralstrang wenig scharf abgesetzt, übergehend; Parenchym gleichartig, nach aussen zu wenig verdickt. In den Hervorragungen des Stengelumrisses falsche Blattspuren.

69[a]) Webera sacra zeigt dagegen den Typus bis zu 2 Deutern depauperirt, sonst stimmt sie in allen Stücken mit den eben besprochenen Arten.

70) Bryum latifolium (Unger a. a. O. Taf. I. Fig. 1) zeigt im Stengel einen scharf abgesetzten Centralstrang, das Parenchym nach aussen stärker verdickt, als bei den meisten Bryis.

71) Bryum roseum zeigt vollständig die Bildung des Stengels und Blattnerven, die wir bei den nachfolgenden beiden Mniis vorfinden: einen sehr zellenreichen Blattnerv, in dem sich bloss heterogene, mnioide comites scharf und elegant abzeichnen, das übrige Gewebe ist weitlichtig, nicht sehr stark verdickt, kaum differenzirt.

Der Stengel ist wenig verzogen, sehr entwickelt und zellenreich, der Centralstrang in den Hauptsprossen bis zu mehreren Hundert Zellen entwickelt; am Rande des nach Aussen zu nicht stark verdickten Stengelparenchyms falsche Blattspuren.

72) Mnium affine Taf. XXV,

73) Mnium undulatum Taf. XXVIII

sind ganz analog gebaut, so dass das bei Bryum roseum Gesagte auch für sie gelten kann. Eine ausführlichere Besprechung werden

die vorgefundenen Verhältnisse in der botanischen Zeitung finden. Als Beispiel des Nervenbaues mag einstweilen Fig. α auf Taf. XXV dienen. — Die unter den Begleitern liegenden Zellen sind in den meisten Schnitten leidlich scharf in 2 verschiedene Schichtencomplexe differenzirt, deren oberen, doppelten, durch weiteres Lumen und stärkere Verdickung sich auszeichnenden ich geneigt wäre, als Doppelschicht von Deutern zu betrachten. Nach dem Rande zu verschwindet diese Differenzirung.

Taf. XXVIII. Fig. 73 giebt eine Anschauung des Stengelbaues.

Der Blattsaum ist bei unseren Arten einschichtig, bloss aus stärker verdickten Zellen bestehend.

Mnium punctatum (Schimper, icones morphologicae Taf. VI. Fig. 9 u. 13) zeigt einen Blattnerven, der in seinem Bau im Wesentlichen mit den eben geschilderten übereinstimmt, während der Blattsaum aus mehrschichtigen substereiden Zellen besteht.

Ich betrachte den Nervenbau von Mnium so zu sagen als hypertypische Form von der Bryaceenbildung, d. h. eine Bildung, die zu den Bryaceennerven sich verhält, wie Splachnum luteum zu den übrigen Splachnaceen.

Dabei bin ich geneigt, die heterogenen Begleiter als den unverändert gebliebenen Complex von Begleitern und dorsalen Füllzellen im Bryaceennerven zu betrachten, während Deuter, Bauchzellen und dorsale Epidermiszellen sich weiter getheilt und zu zellenreichen Complexen entwickelt haben. Tangentiale Theilungen der Blattspreite trugen vielleicht auch zur Verbreiterung des Nerven bei. Diese Ansicht bedarf freilich erst der Bestätigung; eine wesentliche Stütze würde sie erhalten, wenn wir bei einem echten Bryum eine ähnliche hypertypische Fortentwicklung oder bei einem echten Mnium ein Zurückgreifen auf den Bryaceentypus fänden.

Bryum roseum aber ist seiner Anatomie nach ein echtes Mnium und muss, wie ich glaube, dieser Gattung zurückgegeben werden.

Ueber den generischen Grenzwerth des Blattnetzes sind ohnedies die Bryologen nicht einig: so bringt K. Müller Mn. cinclidioides auf Grund des Zellnetzes zu Bryum, das Schimper bei Mnium belässt.

74) Rhizogonium spiniforme Taf. XXIV u. XXV:

Deuter mehrzählig, median, in starkem Bogen durch die Nervenmitte verlaufend, Begleiter sehr wenig entwickelt, zuweilen fast obsolet. Bauch- und Rückenzellen differenzirt; Bauchzellen stark nach innen convex, Füllzellen regelmässig gemischt, indem in der Mitte

des Nerven unter den Deutern meist 1 oder 2 weitlichtige Zellen auftreten; die übrigen ventralen Füllzellen, sowie die dorsalen, stereid; Epidermiszellen auf beiden Seiten dickwandig, nicht sehr weitlichtig.

Blattsaum 1-, selten 2reihig, 2—4schichtig.

Stengel: der obere beblätterte Theil des Stengels stark verzogen, mit Ausnahme des entwickelten, zellenreichen Centralstranges aus lauter sehr dickwandigen Zellen gebildet, die innen weitlichtig, nach aussen zu immer englichtiger und stärker verdickt werden. Der untere unbeblätterte Theil des Stengels dagegen zeigt ein dünnwandiges Parenchym; der Stengel erscheint dort, mit Ausnahme des stark verzogenen Umrisses, bryaceenartig.

Fruchtstiel gewöhnlich; alle Zellen, mit Ausnahme des Centralstrangs, stark verdickt.

Blattnerv und Stengel dieses Mooses, um dessen Stellung sich zwei unserer grössten Bryologen scharf gestritten, schlagen, soweit bis jetzt die Untersuchungen reichen, allerdings mehr in den akrocarpischen, als in den pleurocarpischen Typus, dabei hat es aber keine Analogie mit den bis jetzt untersuchten Mnien, sondern nähert sich im Baue des Blattnerven mehr der folgenden Art, während es hinsichtlich des Stengels eigenthümlich ist. Das Genusrecht muss ihm jedenfalls gewahrt bleiben.

75) Aulacomnium palustre var. imbricata Taf. XXVI:

Deuter in Mehrzahl, in starkem Bogen durch das Innere des Nerven verlaufend; Begleiter deutlich, wenig entwickelt; Bauch- und Rückenzellen differenzirt; intercalares homogen, substereid; Bauchzellen stark nach innen convex.

Stengel ziemlich verzogen, Centralstrang entwickelt, scharf abgesetzt, Parenchym in der Mitte ziemlich dünnwandig, weitlichtig; die Dicke der Wandungen nach Aussen zu rasch zunehmend, so dass einige Lagen Stereiden sich vorfinden unter der Mantelschicht, welche dann wieder ziemlich ausgeprägt sphagnumartig erscheint.

Die Stammform aus dem Moor zeigt ganz den nämlichen Bau, nur dass vielleicht die sphagnumartige Mantelschicht noch schärfer differenzirt ist.

76) Meèsia tristicha Taf. XXVI:

Der Querschnitt des Blattnerven zeigt ein homogenes Gewebe weitlichtiger, nicht sehr stark verdickter Zellen, in denen sich keine Schicht oder Gruppe differenzirt, sondern wo mitunter kleinere, aber sonst gleichartige Zellen den grösseren regellos eingestreut erschei-

nen. Die Basalzellen sind mehrzählig, natürlich nach oben zu immer an Zahl abnehmend. Fruchtstiel gewöhnlich.

Es ist wohl kein Zweifel, dass diese Form der wenig differenzirte, wahrscheinlich hypertypische Zustand eines schärfer differenzirten Typus ist, den erst weitere Untersuchungen aufzeigen müssen, und der sich wahrscheinlich durch den Mangel an Begleitern auszeichnet. Es hat die Bildung des vorliegenden Blattnerven in seiner Unbestimmtheit viel Aehnlichkeit mit dem von Encalypta.

77) Meesia uliginosa var. alpina Taf. XXVI:

Die Hoffnung, den Meesien-Typus bei einer alpinen, rauheren klimatischen Einflüssen ausgesetzten Form schärfer differenzirt zu finden, realisirte sich nur unvollkommen; der Zellnerv ist ebenfalls fast homogen, nur eine Epidermisschicht hebt sich auf Bauch- und Rückenseite durch besonders in radialer Richtung kleineres Lumen ab, zuweilen zeigt sich auch die zweite dorsale Schicht kleinlichtiger, der Nerv ist an der Basis sehr breit, zuweilen noch durch tangentiale Theilungen der Blattspreite unregelmässig verbreitert. Die Zellen sind kleiner und dickwandiger als bei voriger Art, besonders im oberen Theile der Blätter; an der Basis ist der Nerv je nach der Stelle, wo das Blatt steht, verschieden entwickelt, indem er zwischen der Epidermis des Rückens und Bauches 1, 2 oder 3—4 Schichten weitlichtiger Zellen zeigt.

Der Stengel ist sehr verzogen, Centralstrang entwickelt, übergehend, Parenchym dünnwandig, nach aussen zu allmählich dickwandiger. Fruchtstiel gewöhnlich, die äusseren Zelllagen kleinlichtiger, aber wenig dickwandiger als die inneren.

78) Bartramia ithyphylla:

Deuter mehrzählig, median; Begleitergruppe wenig entwickelt; Bauchzellen 1—2schichtig, an der Blattbasis glatt, weiter oben stark mamillös hervorragend; Rückenzellen wenig differenzirt, 1—3schichtig; die Epidermiszellen ebenfalls im oberen Theile des Blattes stark mamillös; Blattspreite im unteren Theile des Blattes einschichtig, im oberen unregelmässig 2—3schichtig, wenig scharf gegen den Nerven abgegrenzt, Zellen nach beiden Seiten mamillös hervorragend.

Stengel im Umrisse ziemlich regelmässig, Centralstrang stark entwickelt, scharf abgesetzt, Parenchym weitlichtig, dünnwandig, nach aussen zu etwas kleinzelliger, wenig stärker verdickt. Fruchtstiel gewöhnlich, dünnwandig.

79) Bartramia Halleriana und

80) Bartramia pomiformis

zeigen nach Unger a. a. O. S. 508. Taf. I. Fig. 3 einen ähnlichen Bau des Stengels: ein ziemlich scharf abgesetztes centrales Gefässbündel und ein nach aussen nicht sehr stark verdicktes parenchyma aequale.

81) Philonotis caespitosa (englische Originalexemplare):

Der ganze Blattnerv nicht sehr scharf differenzirt. Deuter mehrzählig, Begleiter deutlich, Bauchzellen ziemlich unregelmässig angeordnet, merostromatisch, in der Mitte 1—2schichtig, oder holostromatisch, in der Mitte 2—4schichtig, oder holostromatisch, gleichmässig 1- oder 2schichtig, wenig differenzirt, die innersten oft kleiner und stärker verdickt. Rückenzellen ebenfalls subhomogen, unregelmässig 2—4schichtig, alle nicht sehr englichtig, ziemlich stark verdickt.

Blattspreite ganz einschichtig, nur am Nerv öfter mehrschichtig und den Nerven unregelmässig verbreiternd (oder, wie bei allen Moosen, hie und da eine kleine, meist bloss eine Zelle breite doppelschichtige Stelle), die Zellen nach aussen mamillös hervorragend.

Stengel: Centralstrang stark entwickelt, scharf abgesetzt, das umgebende Parenchym dünnwandig, weitlichtig, nach dem Rande zu schnell englichtiger, dickwandiger werdend, so dass unter der Mantelschicht eine bis mehrere Schichten lebhaft gefärbter Substereiden sich befinden; gegen diese ist die weitlichtige, dünnwandige Schicht der Mantelzellen, deren äussere Wandung meist eingebogen erscheint, sehr scharf und elegant abgesetzt, der echte Typus des stratum periphericum sphagnoideum.

82) Timmia Austriaca (Botan. Zeitung 1867 Nr. 47):

Blattnerv im oberen und unteren Theile sehr verschieden gewebt.

Deuter mehrzählig, Begleiter deutlich, aber wenig entwickelt. Bauchzellen im unteren Theile des Blattes einschichtig, weitlichtig, Rückenzellen 2schichtig, homogen, weitlichtig; nach oben zu werden beide immer mehrschichtiger, an der entwickeltsten Stelle zeigen die Bauchzellen 2—3 Reihen weitlichtiger Zellen, denen in der Mitte und in den Ecken zwischen den Deutern Gruppen von Stereiden eingelagert sind. Hie und da hat sich auch eine der weitlichtigen Bauchzellen getheilt und in eine Stereidengruppe verwandelt, selten sind die Bauchzellen ganz homogen stereid. Die Rückenzellen sind differenzirt, die intercalares bestehen aus Stereiden mit unregelmässig eingemischten weitlichtigen Zellen; selten sind auch die Rückenzellen homogen stereid.

Der Stengel ist ziemlich regelmässig, Centralstrang entwickelt,

scharf abgesetzt, dann dünnwandiges, weitlichtiges Gewebe, bloss eine oder zwei äusserste Schichten englichtiger, dickwandiger.

83) Atrichum undulatum Taf. XXVI u. XXVIII:

Deuter mehrzählig, Begleiter ebenfalls mehrzählig, polytrichoid, die Charakterzellen deutliche Centralgruppen bildend. Bauchzellen im unteren Theile des Blattes 2 weitlichtige Zellschichten bildend, zwischen denen und den Deutern sich ein nach oben convexer Complex von Stereiden befindet, im oberen Theile des Blattes die äusseren Bauchzellen zu Lamellen auswachsend. Rückenzellen differenzirt, Füllzellen homogen oder unregelmässig gemischt, substereid bis stereid.

Schleiden bezeichnet die weitlichtigen Zellen in der Mitte des Blattnerven als Gefässbündel, die Stereiden als Bast- (?) Zellen. Ich weiss keinen Grund, diese Bedeutung diesen und den anderen ähnlichen Zellgruppen des Blattnerven zu vindiciren, als eine flüchtige äussere Aehnlichkeit, die am grössten ist bei den zusammengesetzten Begleitern von Mnium. Ich habe daher mit Absicht eine Terminologie gewählt, die über die physiologische Bedeutung dieser Zellgruppen gar nichts aussagt.

Stengel: entwickelter polytrichoider Centralstrang (die Angabe, Moosstudien S. 19, dass er bei Catharinea fehle, beruhte auf einem Irrthume, entstanden durch eine ältere unvollständige Zeichnung); Parenchym ziemlich dünnwandig, nach Aussen zu viel dickwandiger werdend. Im Parenchym zahlreiche Blattspuren.

Die Blattspuren gehen nicht nur, wie bei Polytrichum, mit den Charakterzellen, sondern auch mit einem Theile der Stereiden in den Stengel ein; diese verlieren sich, je tiefer nach innen die Blattspur im Stengel sich findet, immer mehr, wie ja auch die Centralgruppen an Zahl abnehmen, so dass man öfters mitten im Gewebe vereinzelte Stereiden antrifft, bei genauem Suchen wird man dann immer eine oder mehrere, zuweilen bereits undeutliche Centralgruppen dabei finden. Die unteren schuppenförmigen Blätter zeigen wenige Centralgruppen, einschichtige Bauch-, 1—2schichtige Rückenzellen (Fig. ζ).

Der Fruchtstiel zeigt sich wie bei Polytrichum gebildet: dickwandige, englichtige Aussenzellen, nach innen in ein dünnwandiges, weitlichtiges Gewebe übergehend; in der Mitte ein sich loslösender Kern, bestehend aus einer Aussenschicht dünnwandiger, 2—3 Schichten dickwandiger, englichtiger Zellen, und einer Centralgruppe, welche wieder dünnwandig erscheint. Dieser Kern löst sich, wie ge-

sagt, fast ganz von dem umgebenden Zellgewebe los, mit dem er (Taf. XXVIII. Fig. 9) nur noch durch 2 Zellen zusammenhängt, indem er den centralen Raum des Fruchtstiels nicht ganz ausfüllt, sondern zwischen sich und der 6—8schichtigen Aussenwand eine Höhlung lässt. Unger a. a. O. Taf. II. Fig. 10 hat diesen centralen Kern übersehen.

84) Polytrichum formosum und strictum:

Hinsichtlich des Baues von Blatt und Stengel dieser Moose darf ich wohl auf meine Moosstudien verweisen, wo dieselben in hinreichender Ausführlichkeit besprochen und geschildert sind; über die Veränderung in der Terminologie gegenüber dieser Abhandlung habe ich schon im allgemeinen Theile vorliegender Arbeit gesprochen.

85) Polytrichum commune:

In Betreff des Blattbaues lässt sich bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse kein scharfer Unterschied von den vorigen Arten aufstellen (eine Darstellung des Blattdurchschnittes von P. commune siehe Abhandl. d. Berl. Academie).

Hingegen zeigt der Stengel eine Eigenthümlichkeit, die mir bei jenen Moosen nicht begegnet ist, nämlich das bereits im allgemeinen Theile dieser Arbeit näher besprochene Auftreten von Secundärsträngen. Dazu erscheint auch der Centralstrang weit stärker entwickelt, als bei jener Art; sonst ist der Stengelbau der nämliche.

Der Fruchtstiel zeigt den bereits bei Catharinea geschilderten Bau. Hinsichtlich der Abbildung muss ich auf den mehrerwähnten Aufsatz in den Abhandlungen der Berliner Academie verweisen. Doch ist das Moos ja Jedermann zur Hand.

86) Dawsonia superba (Unger a. a. O. S. 508. Taf. III. Fig. 30, 31, und Taf. IV. Fig. 33; vgl. meine Moosstudien Taf. IV. Fig. 15): Der Centralstrang ist hier, wie schon erwähnt, aus gleichmässig dickwandigen und jenen ungleich verdickten Zellen des polytrichoiden Centralstranges gemischt. Die von Unger erwähnten „Bündel dickwandiger Zellen“, welche nach den Blättern von Dawsonia superba, vom centralen Gefässbündel aus, bogenförmig verlaufen, halte ich für Secundärstränge. Blattspuren sind, wenn ich mich recht erinnere, auch vorhanden, diese hätte dann Unger übersehen; wenn mich die Erinnerung an frühere Schnitte nicht trügt, wären im Blattnerven 2 Schichten von Centralgruppen vorhanden, doch habe ich leider nichts gezeichnet und bin nicht dazu gekommen, die Sache wieder vorzunehmen.

Während wir nun bei den Akrocarpen bereits einer wahrhaft

entzückenden Mannichfaltigkeit von Bildungen begegnet sind, die fernere Untersuchungen voraussichtlich noch bedeutend vermehren werden, eine Mannichfaltigkeit, die, schon an sich höchst interessant, uns tiefe Blicke in die gegenseitigen Verwandtschaften der Moose thun lässt, begegnete ich bis jetzt bei den Pleurocarpen einer erschreckenden Einförmigkeit. Die untersuchten Arten sind allerdings nicht sehr zahlreich, aber aus verschiedenen Gruppen; alle, mit Ausnahme von Spiridens, zeigen homogene Nerven, Unterschiede zeigten sich bloss in der Zweizahl oder Mehrzahl der Basalzellen wie in der Zellenzahl überhaupt, sowie in der Anwesenheit oder Abwesenheit des Centralstranges im Stengel. Immerhin werden uns vielleicht auch diese Verhältnisse einen dankenswerthen Anhalt bei der so schwierigen Classification der Pleurocarpen gewähren.

87) Fontinalis antipyretica: Im Stengel einen Centralstrang, Parenchym gleichartig, nach Aussen allmählich stark verdickt (s. Moosstudien Taf. III. Fig. 20). Die Blätter sind bekanntlich nervenlos und können daher nicht, wie Schleiden (Grundzüge Bd. 2. S. 71. 3. Aufl.), „freilich ohne selbst zuzusehen," schrieb, einen caulis spinulosus bilden.

88) Anomodon viticulosus zeigt nach Unger (a. a. O. S. 507. Taf. I. Fig. 8) ein nach innen allmählich in viel kleinere, gleich stark, wie das umgebende Parenchym verdickte Zellen (Andeutung eines Centralstranges) übergehendes Gewebe.

89) Pseudoleskea atrovirens Taf. XXVII: Nerv homogen, 2 Basalzellen, Innenzellen an den entwickeltsten Stellen kräftiger Nerven 6—10, daher der Nerv fast stielrund. Zellen alle weitlichtig, ziemlich stark verdickt. Stengel ohne Centralstrang. Mittelzellen weitlichtig, dünnwandig, die äussersten 3 Zellschichten englichtiger, dickwandig, die peripherischen Zellen in die bekannten Paraphyllien auswachsend.

90) Brachythecium Ehrenbergii (Abhandl. der Berliner Academie):

Nerv wenig entwickelt, kleinzellig, homogen, Basalzellen 2, Innenzellen an den entwickeltsten Stellen 4—6; Stengel stark verzogen, Blattansätze ungleich hoch, Centralstrang vorhanden, in kräftigen Sprossen ziemlich entwickelt, in schwächeren bis auf 3 Zellen herabsinkend, Parenchym weitlichtig, dünnwandig, nach aussen sich ziemlich stark verdickend.

91) Camptothecium nitens Taf. XXVII u. XXVIII:

Nerv armzellig, homogen; 2 Basal-, 3—4 Dorsalzellen; Sten-

gel: Centralstrang wenig entwickelt, Parenchym gleichartig, am Rande bis zur Substereidenform verdickt.

92) Rhynchostegium rusciforme Taf. XXVII:

Nerv homogen, entwickelt, zellenreich, 5—6schichtig, stark verdickt, Basalzellen in Mehrzahl. (In einem einzelnen Falle Basalzellen weitlichtig, gleichsam Fortsetzung der Blattspreite.)

Stengel stark verzogen, Centralstrang ziemlich entwickelt bis obsolet, je nach Rang und Ausbildung der Sprossen. (Nach der Behandlung mit Kali färbt sich allein der Centralstrang mit Chlorzinkjod blau, nicht aber das umgebende Parenchym.) Parenchym in der Mitte weitlichtig, dünnwandig, nach Aussen sich stark verdickend und substereide Gestalt annehmend, so dass der Rand von 5—7 Schichten solcher Zellen gebildet erscheint. Wandungen derselben lebhaft gelbgrün gefärbt.

93) Thamnium alopecurum (Unger a. a. O. S. 507. Taf. II. Fig. 17) zeigt eine Andeutung eines Centralstrangs, der aus kleinen, aber nicht schwächer verdickten Zellen besteht, als das umgebende Parenchym, in das sie allmählich übergehen.

94) Amblystegium fluviatile (Unger a. a. O. S. 507. Taf. II. Fig. 24) und

95) Amblystegium serpens ibid. Fig. 29 zeigen keinen Centralstrang, sondern ersteres einen caulis aequalis, letzteres einen aus durchweg stark verdickten Zellen bestehenden caulis homogeneus.

96) Amblystegium tenuissimum zeigt den einfachsten Bau des Nerven mit 2 Deutern und 4 Dorsalzellen in seinen Perichätialblättern (s. Taf. XXVII).

Hypnum aduncum zeigt nach der Darstellung von Schimper (Musci novi fasc. 3 et 4) einen differenzirten Blattnerven, den auf beiden Seiten eine Schicht Epidermiszellen umschliesst und in deren inneren, kleinzelligen Gewebe sich einzelne weitlichtige Zellen ohne erkennbare Regel herausheben. Ich vermuthe, dass dieselben eine Reihe von Deutern darstellen, und dass wir hier einen der bei den Pleurocarpen bisher so seltenen Fälle von differenzirten Blattnerven vor uns haben.

97) Hypnum commutatum Taf. XXVII:

Nerv homogen, entwickelt, 6—8schichtig, aus kleinen, ziemlich stark verdickten Zellen bestehend, Basalzellen in Mehrzahl, ihre Zahl, je nach der Entwicklung der Sprossen, denen sie angehören, sehr verschieden.

Stengel stark verzogen, Centralstrang bei den kräftigeren Spros-

sen vorhanden, aber ziemlich zellenarm, an schwächeren Sprossen obsolet. Parenchym in der Mitte weitlichtig, dünnwandig, nach Aussen sich rasch verdickend, so dass mehrere Schichten des Randes stark verdickt erscheinen.

98) Hypnum filicinum zeigt nach Unger a. a. O. S. 508. Taf. I. Fig. 4 einen deutlichen, schwach entwickelten Centralstrang und ein nach Aussen stark dickwandiges parenchyma aequale.

99) Hypnum ochraceum: Nerv 0, Stengel sehr regelmässig mit ziemlich entwickeltem Centralstrange, Parenchym in der Mitte weitlichtig, dünnwandig, nach Aussen ziemlich rasch sich verdickend zu mehrschichtigen, dickwandigen Zellen mit stark verdickten Membranen. Mantelschicht, den angewachsenen Blättern zugehörig und zuweilen nicht vollständig den Stengel umfassend, weitlichtig, dünnwandig, durch lebhaft grüne Färbung der Membranen elegant von dem unterliegenden rothbraunen Gewebe abstechend.

100) Hylocomium splendens Taf. XXVII: Nerv 0, Centralstrang im Stengel fehlend, Zellen der Mitte ziemlich stark verdickt, weitlichtig, nach dem Rande hin englichtiger, so dass derselbe aus 7—8 Schichten englichtiger, stark verdickter Zellen besteht.

101) Hylocomium triquetrum zeigt nach Unger a. a. O. S. 507. Taf. II. Fig. 14 u. 15 einen aus ziemlich stark verdickten Zellen bestehenden caulis aequalis, der in der Mitte kleinere, aus dem umgebenden Parenchym allmählich übergehende, mit diesem gleich stark verdickte, wenig zahlreiche Zellen führt, eine schwache Andeutung eines Centralstranges.

102) Spiridens Reinwardtii Taf. XXVII:

Nerv differenzirt, Deuter in Mehrzahl, median, Begleiter 0, Bauch- und Rückenzellen differenzirt, Füllzellen homogen, stereid, 1 bis höchstens 3 Schichten bildend.

An der Basis verschwindet der Nerv fast ganz und besteht bloss aus 2 wenigreihigen Schichten ziemlich weitlichtiger, homogener Zellen. Nach der Spitze hin verschwinden die Deuter und der Nerv zeigt einen auf der Bauch- und Rückenseite von einer undeutlichen Epidermis umgebenen, aus Stereiden bestehenden Zellkörper.

Blattsaum sehr entwickelt, bis 14 Zellreihen zählend, aus Epidermiszellen und einem von denselben umschlossenen 2—3 schichtigen, aus Stereiden bestehenden Zellkörper gebildet.

Stengel sehr regelmäsig im Umrisse, Centralstrang entwickelt, allmählich in das umgebende Parenchym übergehend, das nach Aussen zu sich rasch zu 1—2 substereiden Zellschichten verdickt.

Abtheilung III. Die systematische Bedeutung vorstehender Thatsachen; Moostypen.

Die im Vorhergehenden dargelegten Untersuchungsresultate bereichern unsere Kenntnisse um eine ziemliche Anzahl neuer Thatsachen, und werden hoffentlich Veranlassung werden, dass Andere diesen Schatz noch ansehnlich vermehren.

Wir fanden eine reiche Fülle bestimmten Arten eigner anatomischer Bildungen, constante Verhältnisse in Bau und Anordnung der Zellen in Blatt und Stengel. Wir konnten auch in einzelnen Fällen nachweisen, in manchen anderen mit Wahrscheinlichkeit erschliessen, durch welche Zelltheilungen in der Terminalknospe und den Zellen 2ten und der folgenden Grade sich dieselben bilden.

Damit haben wir uns freilich nach der einen Seite den tieferen Räthseln der botanischen Wissenschaft um nichts genähert. Wir haben nichts erfahren über den Grund dieser Theilungsrichtungen: welche Complication von physikalischen und chemischen Verhältnissen zusammenwirken muss, um diese Bildungsgesetze zu bedingen.

Wir wissen gar nichts über die physiologische Bedeutung der betrachteten Zellgruppen; es ist uns gänzlich unbekannt, welche Rolle Deuter und Begleiter, Rückenzellen u. s. f. im Leben der Moospflanze spielen.

Hingegen können wir vielleicht nach anderer Seite hin den aufgefundenen Thatsachen wichtigere und weitergehende Resultate abgewinnen. Ich wies schon darauf hin, dass die geschilderten anatomischen Verhältnisse neue, wichtige, specifische resp. generische u. s. f. Merkmale bilden. Dies würde nach der bisherigen Systematik nicht viel andres heissen, als dass neue Verhältnisse aufgefunden sind, über die wir nichts wissen, die wir aber, weil sie sich constant zeigen, zur Vervollständigung des logischen Fachwerks, System genannt, benutzen können. Nach der jetzt in der Systematik sich Bahn brechenden Strömung aber ist zu hoffen, dass, wenn sich bestimmte Beziehungen der neuen Thatsachen zu den übrigen Kennzeichen der behandelten Arten nachweisen lassen, sich wichtige Folgerungen für die Phylogenie, die genetische Verwandtschaft der verschiedenen Formen ergeben wer-

den. Zwar mir wird es nicht vergönnt sein, diese letzten Folgerungen zu ziehen, da meine Untersuchungen dazu noch viel zu unvollständig sind, aber auf diese gesetzmässigen Beziehungen hinzuweisen nach dem Maasse des bisher Erforschten, und auf ihre praktische Wichtigkeit auch für die Systematik nach bisherigem Modus, sei mir im Folgenden erlaubt*).

Wenn sich also nachweisen lässt, dass vorgeschilderte anatomische Merkmale zu den übrigen Kennzeichen der Moose, auf die sich eine natürliche Anordnung gründet, eine bestimmte Beziehung haben, so sind sie aus einem Haufwerk todter Thatsachen, nackter Fakta, zu einer sprudelnden Quelle reicher Erkenntniss geworden, und dieser Nachweis allein kann vorliegender Arbeit Werth und Bedeutung geben.

Die vorliegenden Thatsachen bilden, systematisch betrachtet, eine Reihe neuer Kennzeichen.

Schöne Kennzeichen sind es, das wird Niemand leugnen; leicht eruirbar und, nachdem ich den Weg der Discussion gezeigt, Jedem verständlich; bis zu einem gewissen Grade mit mathematischer Schärfe darstellbar, und daher in sehr klare, bestimmte Ausdrücke zu bringen; fast eben so exact, wie die Verhältnisse des Peristoms, viel leichter in Worte zu fassen, als die Verhältnisse der Blatt- und Fruchtgestalt, des Blattnetzes u. s. f. in ihren feineren Unterschieden.

So schöne und bequeme neue Kennzeichen müssen aber erst ihren wirklichen systematischen Werth erweisen, und es sind zwei Gesichtspunkte, die bei der Beurtheilung desselben maassgebend sind: die Constanz und ihr Parallelgehen mit den übrigen Merkmalen, so zu sagen mit dem Habitus.

Was den ersten dieser Gesichtspunkte betrifft, so ist nur wenig darüber zu sagen; ich kann für die grosse Constanz dieser Kennzeichen eben nur einige Thatsachen anführen.

Die Methode meiner Untersuchung war die, welche ich schon in den Moosstudien S. 6 Anm. geschildert habe (und worauf ich nachher nochmals zurückkommen werde): auf ein zum Theil mit gezuckertem Gummi bestrichenes Hölzchen wurden eine grosse Anzahl Stücke der Moosstengel, mit den Blättern in Gummi eingebettet,

*) Manches aus dem damals schon fertig vorliegenden Manuskripte wurde für den in der Flora erschienenen Auszug (Nr. 16 ff.) wörtlich benutzt. Einen grossen Theil dieser Stellen habe bei der Revision keinen Grund, in dieser Abhandlung zu ändern, daher in beiden Aufsätzen Manches wörtlich zusammenstimmt.

aufgelegt. Die Mehrzahl bildeten immer die jungen Sprosse, die Stammenden mit den Terminalknospen; aber auch alle anderen verschiedenen Theile der Moossprosse wurden berücksichtigt, alte Stengel, junge Adventiväste, Stolonen, reich- und armbeblätterte Sprosse. Bei formenreichen Moosen wurde ferner nie versäumt, Formen und Varietäten von verschiedenen, oft in horizontaler wie verticaler Lage weit von einander entfernten, zuweilen verschiedenen Welttheilen angehörigen Standorten zu vergleichen, sei es, dass sie promiscue auf demselben Hölzchen zusammengebettet wurden, sei es, dass sie getrennt geschnitten und verglichen wurden; so kamen von Trichostomum tophaceum 7 Formen zum Vergleich, von der var. arenicola vom Seestrande Englands, von deutschen und italienischen Exemplaren bis zu einer Form von den verbrannten Gipfeln des Sinai (s. Abhandl. d. Berl. Academie); auf jedem Hölzchen waren je nach der Grösse des betreffenden Mooses 60—70 Endknospen und Stengelstücke, nie weniger als 20 (die dann um so länger waren wegen der Grösse der Blätter und um so mehr Schnitte in vertikaler Richtung gaben) aufgelegt, so dass wohl von wenigen Moosen weniger als 1000 Querschnitte verglichen wurden.

Die anatomischen Verhältnisse änderten sehr wenig, weniger, als es nach den Tafeln scheinen möchte, wo die selten vorkommenden Abweichungen neben den hundertmale auftretenden typischen Schnitten sich gewissermassen gleichberechtigt dem Auge des Beschauers darbieten, jedenfalls nicht mehr im Verhältnisse, als die übrigen Kennzeichen; die grossen Züge blieben fest und unverrückt.

So dürfte wohl für die Constanz innerhalb der Species hinreichende Bürgschaft geleistet sein. Auch hier theilen die anatomischen Merkmale das Schicksal jedes anderen, dass es bei manchen Arten sich kaum verändert, bei anderen innerhalb weiterer Grenzen schwankt, aber immer finden sich hier festere und bestimmtere, schärfer zu definirende Anhaltspunkte zur Würdigung dieser Schwankungen, als bei vielen anderen Merkmalen, z. B. relative Grösse, Breite, Zuspitzung des Blattes etc. Das Nähere sahen wir bei der Darstellung der bei einzelnen Arten vorgefundenen Verhältnisse.

Es ist vielleicht zu constant im Bereiche mehrerer Arten, um nicht manche Enttäuschung herbeizuführen. Viele Arten, nach jetziger Auffassung, stimmen noch in ihren anatomischen Merkmalen überein, während die anderen Kennzeichen bereits auseinander gingen. Nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen kann man den Satz auf-

stellen: zwei Moose, die in ihren anatomischen Kennzeichen übereinstimmen, können doch zwei verschiedene Arten sein; zwei Moose dagegen, die darin nur irgend erhebliche Verschiedenheiten zeigen, sind sicher verschiedene Arten.

Der zweite Punkt, worauf es bei der taxonomischen Würdigung eines Merkmals ankommt, ist: ob dasselbe den übrigen Kennzeichen, der natürlichen Gliederung der betreffenden Pflanzengruppe, parallel geht oder nicht? Diese Frage ist von der vorigen principiell nicht verschieden, es handelt sich dabei nur um eine Constanz höheren Grades. Ein Kennzeichen, welches dies nicht thäte, dessen Abänderungen nicht auch eine Veränderung des Habitus mit sich brächten, wäre gewiss, obwohl in manchen Fällen zum Bestimmen recht bequem, ein Merkmal von sehr geringer Bedeutung und Tragweite. Es liesse sich denken, dass zwei sehr nahe verwandte, vielleicht schwer zu unterscheidende Arten in diesem einen Merkmale himmelweit verschieden wären, und dass vielleicht zwei weit entfernte Arten darin zusammenträfen. Das wäre eine Freude für den Anfänger, der diese beide Arten bestimmen, oder für den Diagnostiker, der ihre Unterschiede darstellen sollte, aber ein Merkmal, das uns tiefere Blicke in die Verwandtschaften, die „Phylogenie" der verschiedenen Arten böte, wäre es gewiss nicht. Ein solches Merkmal ist z. B. die Serratur der Blätter, zum Theil die Rauhheit und Glätte des Fruchtstiels, der Blüthenstand.

Um ein solches Kennzeichen nun handelt es sich bei den neuaufgefundenen anatomischen Verhältnissen nicht; es wird uns in den meisten Fällen, besonders bei schwierigen generibus, zur Abgrenzung der Arten seine Dienste in nicht höherem Maasse gewähren, als die übrigen Kennzeichen (obwohl es immerhin in manchen Fällen zur Abgrenzung nahe verwandter Arten ausgezeichnete Dienste leistet, indem es hier ein Anzeichen innerer Verschiedenheit zu sein scheint, die sich sonst in der äusseren Gestalt noch nicht hinreichend documentirt, vgl. Trichostonum tophaceum und Aaronis, Abhandl. d. Berl. Academie).

Dagegen wird es über die Verwandtschaften der Moos-Arten [illegible]halb der genera, der Geschlechter unter einander, vielleicht auch [illegible] Abtheilungen, der tribus, Ordnungen u. s. f. die wichtigsten [illegible] geben, und vielleicht weittragende Schlüsse über deren [illegible] Zusammenhang, ihre Entwicklung aus einander oder aus [illegible]licher Wurzel erlauben oder dieselben wenigstens erfolg[illegible]ren, indem es von gleicher Wichtigkeit, wie die an-

deren Hauptmerkmale, diesen vielfach in leichter Verwendbarkeit und Darstellbarkeit vorausgeht, ein unmittelbarerer Ausdruck jener räthselhaften Grundursachen zu sein scheint, welche Gestalt und Verschiedenheiten der Pflanzen bedingen, als viele anderen.

So lässt sich wenigstens nach den vorliegenden Thatsachen mit einigem Grade von Wahrscheinlichkeit aussprechen, denn um diese Behauptung mit Bestimmtheit aufstellen und beweisen zu können, bedürfte es einer weit grösseren Zahl von Beobachtungen.

Ich konnte bis jetzt 113 Moosarten in zahlreichen Formen in Betracht ziehen, von denen ich die grösste Zahl selbst mit einer für vorliegenden Zweck hinreichenden Genauigkeit untersucht; das ist freilich eine verschwindend kleine Zahl im Verhältnisse zu der bereits 5000 weit überschreitenden Zahl von Laubmoosarten; doch habe ich Sorge getragen, wenigstens aus den hauptsächlichsten generibus der europäischen Akrocarpen Repräsentanten zu wählen und von wichtigen Geschlechtern mehrere Arten zu untersuchen; höher mein Ziel zu stecken erlaubten äussere Verhältnisse nicht.

So wenig ich mir daher die Unzulänglichkeit der vorausgehenden Beobachtungen verhehle, so glaube ich doch, dass dieselben wenigstens zu einigen Betrachtungen eine gewisse Berechtigung ertheilen, natürlich mit allem Vorbehalte dessen, was weitere Beobachtungen daran noch ändern oder ergänzen könnten.

Es ist schon gesagt, dass sich der Gang der neuaufgefundenen Merkmale (mit eben genanntem Vorbehalte) eng an den Gang der übrigen Kennzeichen des natürlichen Systems der Moose anschliesst.

Dies ist nun nicht so gemeint, als ob etwa für jede Gattung nur eine bestimmte Formel für Stengel und Blattnerv aufzustellen wäre, die von der der benachbarten Gattung durch eine haarscharfe Grenze geschieden wäre. Derartige Kennzeichen erweisen sich überall als ein Phantom, so leicht macht uns die Natur ihr Studium nicht. Es ist vielmehr hier wie mit den übrigen Kennzeichen, wir finden dasselbe in verschiedenen Arten verschieden abgewandelt; wir finden einen Punkt der höchsten Entwicklung, den dieses Kennzeichen überhaupt in unserer Weltperiode erreicht, und finden von da abwärts dasselbe immermehr depauperirt, bis zum allmählichen völligen Verschwinden. Ich sage depauperirt, obwohl ich weiss, dass die Natur den umgekehrten Weg einschlägt und fortbildend das Aermere bereichert, nicht aber das Reiche verarmt; aber so wird der Gang unserer Anschauung, unserer Untersuchung meist sein, wir können vielfach nur vom Vollkommneren zum Unvollkommneren herabsteigen

und dieses aus jenem verstehen; seltner eröffnet uns der weniger entwickelte, aber schärfer ausgeprägte Typus das Verständniss für die entwickelteren, aber weniger scharf ausgeprägten hypertypischen Gestaltungen.

So sehen wir, um nur wenige Beispiele anzuführen, bei Trematodon das Peristom durch die deutlich gespaltenen Zähne zu den bloss durchlöcherten, von den durchlöcherten zu den ganzen, von diesen zum völligen Verschwinden übergehen; wir sehen bei Barbula das vollständige, mit einer Röhre versehene, mehrfach gewundene Syntrichia-Peristom durch das unvollständige, röhrenlose, dann kurze, kaum gedrehte seinen Weg bis zum gänzlichen Fehlen zurücklegen. Aehnlich bei Encalypta, Bartramia, Orthotrichum u. A. Wir sehen papillöse Blätter in manchen Arten, sehen aber bei anderen die Papillen verschwinden, z. B. bei Desmatodon, während abgesehen davon der Charakter des Blattnetzes, der sonstige habitus, der nämliche bleibt u. s. f.

Es ist selbstverständlich, dass auf diesem Wege des Depauperirens eines Typus zwei verschiedene Arten für ein bestimmtes Kennzeichen auf ganz verschiedenem Wege zu demselben Ziele gelangen können.

Ein Trematodon, eine Barbula, eine Encalypta werden nacktmündig durch Depauperation des betreffenden typischen Peristoms, während wir ein Gymnostomum als typisch nacktmündig betrachten, alle aber sind eben nacktmündig.

Eine Myrinia erscheint mit glatten Zellen als Depauperation des typisch papillösen Leskeaceen-Blattes, ein Amblystegium hat typisch glatte Blätter.

So kann auch bei unseren anatomischen Merkmalen z. B. eine Zweizahl von Deutern typisch sein, oder durch Depauperation eines mehrzähligen Typus erreicht werden; Bauchzellen können typisch fehlen oder durch Depauperation aus einem mit solchen versehenen Typus, ebenso die Begleiter; ebenso kann ein entwickelter Typus bis zum völligen Verschwinden des Nerven depauperiren, während andere typisch nervenlos sind.

Es folgt daraus für das System, dass nicht die nackte Anwesenheit oder Abwesenheit eines Kennzeichens den Platz eines Mooses in der richtigen Anordnung bestimmt, sondern das Aufsuchen und [illegible] Erkennen der Typen und die lückenlose Ableitung der depauperirten oder hypertypischen Verhältnisse von denselben an der Hand der Gesammtheit der übrigen Kennzeichen, des richtig erkannten und in seine Faktoren zerlegten habitus.

Es ist diese Betrachtung nicht neu, im Gegentheil, keine ist so vielfach in verschiedener Gestalt in jetziger Zeit ventilirt, als diese durch den Darwinismus; aber mit derselben Ernst zu machen in wissenschaftlich exacter Weise ist noch bei wenigen Gruppen organischer Geschöpfe versucht, bei den Moosen gewiss noch nicht. — Nur gewissenhafte Einzelforschung führt hier zum Ziel, nicht phantasiereiche Combination eines ungeheueren, aber nicht beherrschten Materials.

Ich würde nun gern einen solchen ernstlichen Versuch unternehmen, wenn das Material, die vorliegenden Beobachtungen, nicht noch viel zu spärlich wären, um an dergleichen zu denken. Doch will ich eine kurze Discussion derselben nach der angedeuteten Richtung nicht unterlassen, zuvor aber noch einem anderen Einwurfe begegnen, der mir von Systematikern echten Styls schon gemacht wurde:

Wie, könnte man fragen, wenn diese neuentdeckten Kennzeichen den anderen völlig parallel gehen, wenn uns dieselben nichts sagen, als die bereits bekannten, was kann denn die Wissenschaft daraus für Nutzen schöpfen? Ist dieser neue Vorrath von Thatsachen: diese Deuter, Begleiter, diese Bauch- und Rückenzellen, dieser Centralstrang und diese Blattspuren nicht ein unnützer Ballast, mehr eine Last als eine Lust für den Bryologen? — Ich antworte darauf: nur die Betrachtung der gesammten Kennzeichen kann uns zur Kenntniss des natürlichen Systems führen, d. h. sichere Andeutungen geben über das Werden der bekannten Mooswelt; die Auffindung eines neuen, constanten und durchgreifenden Merkmals ist eine neue Stufe, welche die Wissenschaft erklimmt. Wir haben bis jetzt 3 solcher Stufen im Laufe der bryologischen Wissenschaft zu verzeichnen. Nachdem Dillen mit wunderbarem Scharfblicke eine Anzahl Moosarten beschrieben und Linné fil. deren neue hinzugefügt und die erste Synopsis des Bekannten gegeben (Amoenitates Academicae Bd. X), beide aber noch tastend und principienlos, war Hedwig der Erste, welcher mit Bewusstsein und Methode ein constantes durchgreifendes Merkmal auf den Thron der Bryologie erhob: das Peristom und die männliche Blüthe, es war nur ein Merkmal, das System war ein künstliches, Hedwig war der Linné unserer Mooskunde; Bridel fügte die Haube hinzu, und besserte ausserdem mit wunderbarem Scharfblicke und natürlichem Takte noch Vieles im Einzelnen, ohne ein weiteres durchgreifendes Princip zur Geltung zu bringen; das dritte, grosse und allgemeine Merkmal, das in die

Bryologie eingeführt wurde, war das Blattnetz; Bruch dürfte der Erste gewesen sein, der dasselbe mit Bewusstsein und Princip anwendete; fast gleichzeitig und seitdem immer wetteifernd haben Hampe, Schimper und Karl Müller sich desselben bedient und seine Bedeutung immer mehr erkannt und ans Licht gestellt. Ich glaube, dass der vierte grosse Schritt, den die Bryologie zu thun hat, die Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse ist, wie sie sich im Bau des Stengels und des Blattnerven sowie des Fruchtstiels äussern, und für deren rationelle Betrachtung ich im Vorhergehenden leitende Gesichtspunkte und eine rationelle Terminologie aufzustellen versucht habe!

Dass die neuen Kennzeichen den bekannten im Grossen und Ganzen parallel gehen, erscheint nach den im Vorigen skizzirten Untersuchungen in hohem Grade wahrscheinlich, aber ein durchgreifendes Merkmal mehr giebt eben die Möglichkeit einer ganzen Reihe neuer Combinationen. In jedem einzelnen Merkmale spiegelt sich freilich, so gut wie in dem Gesammthabitus, der ganze Gang des natürlichen Systems, aber wir verstehen ihn aus einem Merkmale nicht zu lesen; je mehr wir Merkmale besitzen, desto leichter lernen wir verstehen, was uns jeder einzelne sagt und wie sich in ihm das Ganze spiegelt. Es ist, wie wenn wir eine Sprache studirten, von der wir nur die Substantive, Adjective, Adverbia, Präpositionen kennten; wir werden Vieles verstehen und enträthseln, Anderes ahnen können, aber wie Vieles mehr wird uns klar oder überhaupt verständlich werden, wenn uns plötzlich Jemand auch zur Kenntniss der Zeitwörter verhilft! Und wie viel schwerer ist die Sprache der Natur zu lesen, und wie weit sind wir noch von vollständiger Kenntniss aller dieser Wortformen entfernt.

Ich versuche nun nach Massgabe dem im Vorhergehenden dargestellten Thatsachen einige Moostypen nachzuweisen:

Bei Uebersicht der Tafeln treten einige derselben sogleich mit grösster Schärfe uns entgegen, die, jedenfalls wegen der noch so spärlichen Untersuchungen, sogar eine grosse Einförmigkeit zeigen, andere erscheinen reicher entwickelt und gegliedert, manche der untersuchten Arten stehen noch ziemlich vereinzelt da, werden aber wohl bei grösserer Vollständigkeit der Untersuchungen dereinst des Anschlusses nicht entbehren. — Diese letzteren werde ich hier unberücksichtigt lassen und bloss von den ausgesprochenen Typen handeln, und auch dies nur kurz, indem ich hoffe, dass vielleicht bald ausgedehntere Untersuchungen Anderen gestatten, ausführlicher und vollständiger dieselben festzustellen.

Systegium crispum, Gymnostomum rupestre und curvirostre scheinen einem Typus anzugehören; Systegium zeigt die entwickeltste Form: 4 Deuter, wenig entwickelte, aber deutliche Begleiter, differenzirte Bauch- und Rückenzellen, von denen die Füllzellen der ersteren einen nach innen convexen, mehrschichtigen Zellkörper bilden; im gewöhnlichen Stengelparenchym ein ziemlich entwickelter Centralstrang.

Es ist nicht das einzige Beispiel, dass das Glied des Typus mit der am wenigsten differenzirten Fruchtsphäre in vegetativer Beziehung zu den entwickeltsten gehört, wir werden demselben Falle wieder bei Voitia begegnen.

Bei den beiden Gymnostomis zeigt sich zunächst ein Verschwinden der Begleitergruppe und theilweise des Centralstranges; bei Gymnostomum curvirostre verschwinden ausserdem noch die intercalares der Bauchzellen, welche einschichtig werden, und die intercalares der Rückenzellen werden armschichtig.

Dass bei G. rupestre öfter die Deuter mehrzählig werden, deutet darauf hin, dass die Vierzahl hier durch Depauperation eines mehrzähligen Typus entstanden ist.

Mehr lässt sich vor der Hand über die Anatomie dieser Moose nicht sagen.

Bei den Dicranis zeigen die wenigen untersuchten Arten noch ziemlich grosse Abweichungen, die aber bereits ziemlich unter einander verknüpft und in Verbindung gesetzt erscheinen, und bei weiteren Untersuchungen wohl noch deutlicher als Abwandlungen eines Typus hervortreten werden.

Zunächst ist es ein negativer Grundzug, der sich bei den bisher untersuchten Dicranaceen geltend macht: die Abwesenheit der Begleiter.

Die Deuter sind fast durchweg in Sechs- oder Mehrzahl vorhanden und scheinen nur selten auf die Vierzahl zurückzugreifen.

Eine Verschiedenheit macht sich bei den bis jetzt untersuchten Arten geltend: die An- oder Abwesenheit von Bauchzellen; letztere scheint den echten Campylopoden eigenthümlich zu sein und diese generisch abzugrenzen, während die Anwesenheit derselben den echten Dicranis und den eng damit verbundenen Dicranodontien (zu denen dann C. flexuosus, Mülleri und filifolius den Uebergang bilden) zukommt.

Die Deuter, welche bei Campylopoden und Dicranodontien, sowie bei D. albicans, wenn ich dessen Bau richtig deute, in Mehr-

zahl, bei den echten Dicranis vielleicht typisch in Sechszahl vorhanden sind, sind auf dem Rücken im einfachsten Falle mit einer einzigen Schicht Rückenzellen bekleidet (D. albicans, ?longifolium); dann schiebt sich in den Ecken der Deuter je eine Zelle ein, so dass an dieser Stelle die Rückenzellen 2schichtig (die Zellen a' und a des Schema 6), auf den Rücken der Deuter einschichtig (Zellen b des Schema 6) erscheinen (D. montanum, viride u. a.); dann theilen sich die Zellen in den Ecken der Deuter (a Schema 6) und verwandeln sich in Stereidengruppen (die Dicranodontien, Campylopus alpinus, Mülleri, filifolius, flexuosus, D. heteromalla im unteren Theile des Blattes). Auch die Zellen b theilen sich durch eine tangentiale Wand (die echten Campylopoden), und zwar 1) so, dass die Zellen b' u. a' (Schema 3) ungetheilt bleiben (C. Schimperi, Schwarzii, brevifolius); 2) so, dass die Zellen a' sich in Stereidengruppen verwandeln (die übrigen echten Campylopoden: fragilis, atrovirens u. s. f.); 3) so, dass sich auch die Zellen b' in Stereidengruppen verwandeln und zwischen Deutern und den Epidermiszellen des Rückens ein continuirlicher Zellkörper von Stereiden sich befindet. Nur so kann wohl die Entwicklung vor sich gehen im oberen Blatttheile bei D. heteromalla und zum Theil der Dicranodontien, ferner Dicran. undulatum.

Die Bauchzellen machen eine ähnliche Entwicklung durch; sie fehlen bei den echten Campylopoden ganz; sie sind einschichtig, merostromatisch im unteren Theile des Blattes bei den Dicranodontien und Dicranella heteromalla, holostromatisch bei D. albicans, C. Mülleri, filifolius, flexuosus; es schiebt sich in die Ecken der Deuter noch je eine Zelle ein (Dicranum montanum, ?viride etc.), sie werden mehrschichtig und zwar merostromatisch bei den Dicranodontien, Dicranella heteromalla, zum Theil holostromatisch bei D. undulatum.

So finden sich die verschiedenen Gestaltungen durch Uebergänge zum Theil innerhalb der Grenzen der einzelnen Art mit einander verknüpft.

Dass die Dicranodontien mit C. alpinus in ihren verschiedenen Formen den Eindruck einer in voller phylogenetischer Fortbildung befindlichen Formengruppe machen, wurde schon erwähnt.

Cynodontium virens scheint sich mit seiner Bildung ausserhalb der Dicraneen zu stellen; vielleicht hat de Notaris Recht, der es, aus anderen Gründen, zu den Zygodonten verweist.

Einen ausgezeichneten, fest in sich geschlossenen Typus bilden die Fissidenten, charakterisirt durch den Blattflügel, der durch die conductivae mit den basalen Deutern in Verbindung steht, letztere

in Vierzahl oder diese zur Zweizahl depauperirt. Weitere Untersuchungen werden die Mannichfaltigkeit dieses Typus wohl noch ansehnlich vermehren.

Ebenfalls einen in sich geschlossenen Typus scheinen die Leucophaneen zu bilden, der vielleicht von den übrigen Moosen so verschieden ist, dass er eine eigene Terminologie erfordert; — doch wage ich aus Mangel an eigenen Untersuchungen nichts darüber auszusagen.

Eucladium verticillatum schliesst sich durch Sechszahl der Deuter, Fehlen der Begleiter vielleicht am nächsten den Dicraneen an, und bildet durch Fehlen des Centralstranges im Stengel ein Mittelglied zwischen diesen und den Gymnostomis.

Die 2 untersuchten Pottien, in jeder Beziehung die extremsten Bildungen der Gattung, zeigen ganz den nämlichen Typus als Ausgangspunkt, nur dass beide über denselben hinaus in verschiedener Weise zu entwickelteren Bildungen fortschreiten.

Wenn zwei Glieder der Gattung Pottia, welche hinsichtlich des habitus, Blattnetzes, des Vorkommens und der Lebensart die entgegengesetzten Pole derselben bilden, bei allen Verschiedenheiten eine solche Uebereinstimmung des Typus zeigen, so ist wohl zu vermuthen, dass auch die anderen Pottien innerhalb desselben Typus fallen werden.

Die aufgeführten 11 Trichostomeen: Didymodon rufus, Trichostomum tophaceum, Ehrenbergii, Mosis, Aaronis, Barbula aloides, inclinata, Brebissonii, Alexandrina, recurvata, mucronifolia zeigen ebenfalls eine grosse Verwandtschaft des Typus, der nach 3 Richtungen hin variirt: die Begleitergruppe ist bei einigen deutlich vorhanden, bei anderen wenig entwickelt, bei noch anderen bis zum Verschwinden depauperirt. Alles dies kommt nicht nur bei verschiedenen Arten, sondern innerhalb derselben Art vor; der zweite Punkt betrifft die Zahl der Deuter, die von einer Mehrzahl durch die Vierzahl hindurch geht, und endlich bei Trichostomum Mosis bis zur Zweizahl herabsinkt; das Dritte endlich ist die Differenzirung, die z. B. bei Trichostomum tophaceum nicht nur innerhalb der Bauch- und Rückenzellen, sondern auch den Deutern gegenüber gering ist, während dieselbe bei anderen (Trichostomum Ehrenbergii, Barbula mucronifolia) aufs schärfste durchgeführt ist, noch mehr bei den Bauch- als bei den Rückenzellen, die auch hinsichtlich der intercalares sehr variiren, indem dieselben von einem convexen, mehrschichtigen, regelmässig gemischten Zellkörper zu einer einzigen Schicht weitlichtiger Zellen herabsinken und endlich ganz verschwinden.

Diese nach 3 Richtungen gehenden Depauperationen treffen zum Theil zusammen: der verarmteste Typus, Trichostomum Mosis, hat nur 2 Deuter, keine Begleiter, vollständig obsolete ventrale Füllzellen; zum Theil gehen sie auseinander.

Barbula Alexandrina hat sehr entwickelte, scharf differenzirte ventrales, eine Mehrzahl von Deutern, dagegen fehlen ihr die Begleiter, die Rückenzellen sind kaum differenzirt; Barbula recurvata hat bei einer Vierzahl von Deutern, wenig entwickelten und differenzirten Bauchzellen entwickelte Begleiter und scharf differenzirte Rückenzellen.

Wie die scheinbar so ganz abweichende Bildung des Blattnerven bei Barbula aloides durch stellenweises Zurückschlagen ihre Zugehörigkeit zum Typus andeutet, wurde bereits an betreffender Stelle erwähnt.

Hinsichtlich des Stengelbaues zeigen die untersuchten Barbula-Arten von den Trichostomis Verschiedenheiten, bei diesen finden wir ein gewöhnliches, d. h. nach aussen verdicktes Stengelparenchym, bei jenen ein homogenes — bei beiden kann der Centralstrang vorhanden sein und bis zum Verschwinden depauperiren, und zwar zum Theil innerhalb derselben Species.

Die verschiedenen Bildungen, die wir bei Barbula trafen, scheinen Gruppen dieser Gattung, welche auch sonst wohl unterschieden sind, anzugehören und dieselben zu charakterisiren.

Desmadoton cernuus, flüchtig untersucht, scheint in der geringen Verdickung der Rückenzellen einen Unterschied zu zeigen.

An den Typus der Trichostomeen schliesst sich Grimmia gigantea durch den Bau des Blattnerven an, weicht aber durch den oben geschilderten Stengelbau, den sie bis jetzt nur mit wenigen der untersuchten Moose gemein hat, ab. — Mit dem folgenden Typus hat sie offenbar nichts zu thun.

Es ist dies der Typus, der die bis jetzt untersuchten Arten der Grimmien und Orthotricha eng an eineinander schliesst, deren Zahl freilich bei beiden Gattungen sehr verschieden ist.

Es ist dies ein aus lauter weitlichtigen, scheinbar ganz oder fast ganz homogenen Zellen gewebter Nerv, deren an der Basis liegende als basale Deuter aufzufassen sind; dieselben sind in geringer Zahl, zu 2 oder 4 vorhanden, die Innenzellen des Rückens mehr oder weniger zahlreich; der Typus ist so gleichartig, dass innerhalb der Orthotricha sich im Bau des Blattnerven nur wenige specifische Unterschiede ergeben dürften. — Dabei mangelt bei den noch wenigeren



darauf untersuchten Arten der Centralstrang im Stengel, welcher bei der einen Grimmia, deren Stengel ich darauf angeschaut, vorhanden ist. — Aus allem diesem geht hervor, dass dieser Typus keineswegs zu den entwickeltsten gehört und in einer natürlichen Gruppirung nicht an die Spitze der Akrocarpen gestellt werden darf.

Die Braunia sciuroides, deren Blattnerven wir nicht auf die Verwandtschaft befragen dürfen, stimmt wenigstens hinsichtlich des Stengels mit den wenigen untersuchten Orthotrichis.

Die Abweichung, welche die Grimmia Sinaica aufweist, indem sie statt der Innenzellen Begleiter aufweist, ist eine interessante Variation innerhalb des Typus.

Durch die Mehrzahl der Basalzellen, die geringe und unregelmässige Schichtenzahl der Rückenzellen, endlich durch die ziemlich starke Verdickung des ganzen Nervengewebes stellt Rhacomitrium protensum eine nahe verwandte, aber doch verschiedene Bildung dar. Sollte dieselbe durch die Rhacomitrien durchgehen, so wäre Schimper's Wunsch erfüllt und ein scharfes Kennzeichen gefunden, um Grimmia und Rhacomitrium zu trennen. Durch den Mangel des Centralstrangs scheint sich das letztere ebenfalls an die ersteren anzuschliessen.

Tetraphis pellucida und die beiden untersuchten Encalypten sind mir hinsichtlich ihres Typus noch nicht klar, daher ich weiter nichts von ihnen hier anführen kann; Calymperes scheint sich im Bau des Blattnerven weit von Encalypta zu entfernen.

Dem Parallelgehen der anatomischen Moostypen mit dem natürlichen Systeme schien die grosse Verschiedenheit zu widersprechen, die zwischen dem Bau von Splachnum luteum und dem von Tayloria serrata und Tetraplodon urceolatus stattfand; beide schienen kaum auf einander zu beziehen, der eine kaum als die entwickeltere und differenzirtere Form des anderen angesehen werden zu können.

Weitere Untersuchungen an Splachnum sphaericum und Voitia nivalis stellten aber die Vermittelung vollständig her, indem sie an demselben Moose den Uebergang der einen Bildung in die andere zeigten. Das Nähere über den Typus der Splachnaceen und Funariaceen, welches die enge Verbindung der Splachnaceen wie Funariaceen unter sich durch den nämlichen Typus, der bald hypotypisch depauperirt, bald hypertypisch wuchert, und die nahe Verwandtschaft beider Typen unter einander nachweist, ist theils ausführlicher in der Flora gegeben, theils im zweiten Theile dieser Arbeit kurz zusammengefasst, so dass es unnöthig ist, hier ausführlicher darauf zurückzukommen.

Ebenso habe ich die Folgerungen, welche aus den bei den Splachnaceen aufgefundenen Thatsachen hinsichtlich der systematischen Berechtigung der Cleistocarpi hervorzugehen scheinen, a. a. O. näher erörtert, so dass ich hier auf diese Deduction zurückzukommen verzichte.

Wenig von der Funariaceengruppe verschieden hinsichtlich des Baues des Blattnerven ist der streng geschlossene Bryen-Typus, während der stark verzogene Stengel einen guten anatomischen Unterschied zu bilden scheint.

Wir finden daselbst 2 oder 4 Deuter, letzteres bis jetzt der häufigere Fall; einschichtige, weitlichtige Bauchzellen, die in geringer, oft in geringerer Zahl als die Deuter auftreten; eine sehr entwickelte Begleitergruppe; stark differenzirte Rückenzellen, deren epidermales meist sehr weitlichtig erscheinen, während die intercalares homogen, dickwandig, mehr oder weniger englichtig und zahlreich auftreten. Nur bei Webera polymorpha ist die Differenzirung weniger stark.

Die echten und zweifellosen Webera-Arten scheinen sich ausser in der Kleinzelligkeit und stärkeren Verdickung des Blattnerv- und Stengelgewebes durch die Entwicklung von intercalaren Bauchzellen von Bryum zu unterscheiden, wie wir diese bei W. cruda und polymorpha bemerken. Ob dieser Unterschied durchgreift, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Mnium, wozu auch Bryum roseum gehört, scheint sich zu Bryum und Webera ähnlich zu verhalten, wie Splachnum luteum zu Tetraplodon und Tayloria, und die hypertypische Entwicklung des Bryaceen-Typus darzustellen. Ich erwähnte schon, dass ich vermuthe: die Form des Blattnerven, welche wir vorfinden, wird durch wiederholte Theilungen der epidermales, Deuter und Bauchzellen hergestellt, während Begleiter und dorsale Füllzellen unverändert bleiben und zusammen die mnioiden Begleiter darstellen. Die Richtigkeit dieser Ansicht ist erst noch zu erweisen. Ich bin überzeugt, dass Uebergänge noch eine engere Verbindung zwischen den beiden Gruppen herstellen werden. Uebrigens ist der Mnium-Typus durch seine heterogene Begleitergruppe, sowie durch seinen entwickelten, scharf abgesetzten Centralstrang ein höchst ausgezeichneter.

Aulacomnium scheint mit Rhizogonium einen eigenen anatomischen Typus darzustellen, ausgezeichnet durch die Mehrzahl der Deuter, die wenig entwickelten Begleiter, die scharf differenzirten Bauch- und Rückenzellen, deren erstere einen stark nach innen con-

vexen schichtenreichen Zellenkörper darstellen, ferner die starke Verdickung auch der inneren Partien des Stengelgewebes, die allerdings bei Rhizogonium viel bedeutender ist.

Ihnen gesellt sich ziemlich nahe Timmia Austriaca bei, verschieden durch die unregelmässig gemischten Bauchzellen, von denen gewöhnlich mehrere Schichten weitlichtig sind und die geringe Verdickung des Stengelparenchyms.

Den Anschluss dieser Form müssen erst noch weitere Untersuchungen feststellen.

Der Typus von Meesia, besonders auffallend durch den Mangel der Begleiter, ist mir noch nicht hinreichend klar, er erinnert an Encalypta.

Bartramia ithyphylla und Philonotis calcarea sind im Typus des Blattnerven nahe verwandt; der Nerv erscheint verhältnissmässig wenig differenzirt, die Deuter sind mehrzählig, die Begleitergruppe vorhanden, aber wenig entwickelt. Die Bauchzellen schwanken bei Philonotis zwischen holostromatisch und merostromatisch einschichtig und mehrschichtig, bei Bartramia sind sie einschichtig, nur einzelne tangential getheilt; die Rückenzellen sind unregelmässig mehrschichtig; die Spreitenzellen ragen stark mamillös nach Aussen. Weitere Untersuchungen werden nachweisen, was an dieser Bildung typisch und auch den anderen Bartramiaceen eigen ist.

Im Bau des Stengels bietet sich ein schöner Unterschied: während bei Bartramia das ganze Gewebe wenig verdickt, gewöhnlich, mit entwickeltem Centralstrange erscheint, zeigt uns Philonotis die sich von den unterliegenden mehrschichtigen Stereiden scharf abhebende sphagnumartige Mantelschicht.

Die scharfe Abgegrenztheit des Polytrichaceen-Typus noch besonders hervorzuheben, hiesse Eulen nach Athen tragen. Die Centralgruppen, die Lamellen des Nerven, die Blattspuren im Stengel, die eigenthümliche Bildung des Centralstrangs, des Fruchtstiels scheiden denselben von allen andern bekannten Moosen; es wird interessant sein, die Modifikationen und Depauperationen desselben durch die einzelnen Glieder dieser grossen Gruppe zu verfolgen; Catharinea zeigt keine andere Verarmung, als die geringere Zahl der Lamellen, die nur den Nerven bedecken, nicht auch auf der Blattspreite sich entwickeln; sie unterscheidet sich ferner dadurch von den bekannten Polytrichen, dass ihre Blattspuren im Stengel nicht bloss durch Centralgruppen bezeichnet sind, sondern auch Stereiden mit sich führen.

Von den Pleurocarpen ist noch wenig zu sagen; die meisten bis

jetzt untersuchten zeigen homogene Blattnerven, die sich bei den verschiedenen Gruppen nur durch die Zahl der Basalzellen zu unterscheiden scheinen; Spiridens allein zeigt einen stärker differenzirten Nerven. Die Unterschiede im Bau des Stengels beschränken sich bis jetzt auf die grössere oder geringere Verdickung des Parenchyms, die Anwesenheit oder Abwesenheit des Centralstranges.

Indem ich nun im Vorausgehenden die neueruirten Thatsachen mit den anatomischen und morphologischen Kennzeichen zu combiniren suchte, auf die sich die bisherige Anordnung der Laubmoose gründet, strebte ich der in der Aufschrift dieser Abhandlung angedeuteten Aufgabe gerecht zu werden. Ausser den bisher anatomisch untersuchten Theilen der Moospflanze wird eine vollständige vergleichende Anatomie noch manche andere comparativ zu untersuchen haben. Die Unterschiede der epicarpischen Zellen, denen Schimper nicht geneigt war, Wichtigkeit beizulegen, hat de Notaris neuerlich für die Eintheilung der Pleurocarpen zu verwerthen gesucht. Eine systematischere Vergleichung würde wohl noch bessere Resultate ergeben haben. Immerhin, mag auch selbst die praktische Wichtigkeit für das System nicht bedeutend sein, wird ihre vergleichende Untersuchung nicht unterbleiben dürfen, wollen wir uns dem Ideale einer vollständigen Kenntniss unseres Gegenstandes nähern; ebensowenig werden wir unterlassen dürfen, den inneren Bau der Frucht auf seine Verschiedenheiten zu befragen. Ich glaubte anfangs auch in der verschiedenen (mehr conischen oder mehr abgeflachten) Gestalt des Vegetationskegels mit den Ansätzen der jüngsten Blätter brauchbare Unterschiede für grössere Moosgruppen zu finden, überzeugte mich aber, dass dies Verhältniss bei verschieden kräftigen Sprossen desselben Mooses, vielleicht auch nach den Jahreszeiten wechselt, wie wir dies auch bei anderen Pflanzen, z. B. bei Equisetum kennen. — Zunächst dürfte immerhin jedenfalls eine Weiterführung vorliegender Untersuchungen über die Anatomie des Stengels und Blattnerven die meisten Früchte, die interessantesten Resultate und fruchtbarsten Gesichtspunkte versprechen. Möchten bald recht viele Bryologen dieselben aufnehmen, was ich um so mehr wünsche, als ich vielleicht nie mehr dazu komme, dieselben in ausgiebigerer Weise weiterzuführen. Besonders die Bryologen, welche die Mooskunde mehr als Dilettanten betreiben und denen dieselbe doch so manchen schönen Zuwachs verdankt, können sich durch Weiterführung dieser Forschungen ein wesentliches Verdienst erwer-

ben, ein grösseres sicherlich, als durch Auffindung einer neuen Art oder eines neuen Standorts, so wenig ich dies unterschätze.

Die mikroskopische Untersuchung dieser Verhältnisse bietet nicht die geringste Schwierigkeit, und nachdem ich den Weg der Discussion der vorkommenden Verhältnisse zu zeigen versucht, kann sich jeder ohne Mühe hineinfinden, dieselben deuten, scharf und klar darstellen.

Zum Besten der in mikroskopischen Untersuchungen dieser Art weniger geübten Bryologen will ich das Verfahren, welches ich als das zweckmässigste erfand, zum Schlusse kurz beschreiben. So überflüssig dies für den geübten Mikroskopiker ist, so glaube ich nach manchen Erfahrungen doch, dass mancher Bryolog, der sich der Sache annehmen will, diese kurze Beschreibung mit Dank aufnehmen wird:

Ich bestreiche flache Hölzchen, etwa 80^{mm} lang, 10—15^{mm} breit, 2—3^{mm} dick an ihrem oberen Ende auf eine Erstreckung von ca. 20—25^{mm} mit einer Auflösung von Gummi arabicum, dem etwa $^1/_8$ seines Gewichts Zucker zugesetzt ist; reines Gummi ist zu spröde beim Schneiden und springt in der Trockenheit; diese Mischung ist dagegen sehr zäh; die Präparate lassen sich darin sehr gut schneiden und jahrelang unversehrt aufbewahren. Diese Lage lasse ich trocknen und halte immer eine Anzahl solcher Hölzchen mit aufgetrockneter Gummischicht zum Gebrauche bereit. Dann wird das zu untersuchende Moos in Stücke von ca. 5^{mm} Länge geschnitten, — wobei hauptsächlich die Terminalknospen zu berücksichtigen sind, aber auch die älteren Stengel, die jungen Sprossen etc., — die einzelnen Stücke auf dem Daumennagel mittelst einer breiten Nadel oder eines Federmessers in die gleiche Gummilösung eingebettet, und parallel unter sich und der Längsachse des Hölzchens und abwechselnd die Blattspitzen nach oben und nach unten gerichtet, auf die trockene Gummilage aufgelegt. Will man bloss die anatomischen Verhältnisse des Mooses diagnostisch erkennen, so reicht eine Lage hin; sie ist am anderen Tage trocken und zum Schneiden fertig; zum Zwecke einer eingehenderen Untersuchung wird man nach Umständen eine zweite, dann eine dritte etc. auflegen und dann noch mit einer Schicht reinen Gummi's bedecken.

Beim Schneiden ist es dann leicht, mit einem Rasirmesser hinreichend dünne Schnitte, genau rechtwinklig auf die Längsachse der Moosstücke zu erhalten. Wenn sich die Blätter des Mooses sparrig zurückschlagen oder beim Trocknen kräuseln, so wird man natürlich

unter vielen schiefen wenigere gute Schnitte erhalten, doch immerhin genug, um die Anatomie zu studiren. Manchmal empfiehlt es sich, die Blätter abzulösen und einzeln aufzulegen.

Man macht so viele Schnitte, dass der Tropfen auf dem Objectträger damit erfüllt ist, vertheilt sie durch Umrühren gleichmässig auf demselben und legt nun das Deckgläschen auf, am zweckmässigsten auf einer Seite zuerst, damit sich die Mehrzahl der Schnitte dahin zieht; beim Auswaschen nimmt man dann mit einem Streifen Löschpapier die Flüssigkeit auf der Seite hinweg, wo die geringere Anzahl Schnitte liegt, indem man auf der anderen Seite eine gesättigte Aetzkalilösung zusetzt; so werden nicht so viele Schnitte von der strömenden Flüssigkeit weggespült. Ist das Wasser, in dem sich das Gummi der Schnitte gelöst, durch Kalisolution verdrängt, so ist das Object zur Beobachtung fertig. Da Kali sehr hygroskopisch ist, so kann man solche Präparate Stunden und Tage lang liegen lassen, ohne dass sie eintrocknen, besonders bei feuchtem Wetter.

Ich mache dann so viele Präparate, bis mir keine neuen Erscheinungen von Bedeutung mehr aufstossen, und nachdem ich so eine Uebersicht über die Gesammtheit der Vorkommnisse gewonnen, gehe ich daran, die wichtigen Präparate mit Hülfe der camera lucida zu zeichnen.

Erklärung der Figuren.

Die Vergrösserung ist, wo es nicht ausdrücklich anders bemerkt ist, ca. 320. (Die Figuren wurden mittelst der camera lucida nachgezogen, und die Vergrösserung der angewandten Combination war bei 250 mm Abstand $^{320}/_{1}$. Doch habe ich nicht Sorge getragen, das Zeichnenpult immer genau in diese Entfernung zu bringen, so dass die Vergrösserung zwischen $^{300}/_{1}$ und $^{340}/_{1}$ schwanken mag.)

Um die zusammengehörigen Figuren leichter aufzufinden, wurden, wie schon erwähnt, die zu einer Art gehörigen Abbildungen mit derselben Nummer bezeichnet und zwar derjenigen, welche diese Art im fortlaufenden Verzeichnisse des Textes trägt; die einzelnen Figuren, welche dieselbe Nummer tragen, wurden dann mit Buchstaben bezeichnet und zwar mit griechischen, um eine Verwechselung mit den lateinischen Buchstaben zu verhüten, welche zur Bezeichnung der einzelnen Zellgruppen angewendet wurden.

Wo die einzelnen Zellgruppen so mit Buchstaben markirt wurden (was nur in einer beschränkteren Anzahl von Fällen geschah, weil, nach dem Studium der im allgemeinen Theile erörterten Beispiele, die einzelnen Zellgruppen schon ohne besondere



Hervorhebung von Jedem leicht aufgefunden und erkannt werden), wurde zur Bezeichnung der Deuter immer der Buchstabe d gewählt, die Begleiter wurden mit c bezeichnet, die Basalzellen mit b, die Bauchzellen mit v, die Rückenzellen mit r, die epidermales mit e, die intercalares mit i, der Centralstrang mit C. Ich habe bei der nachfolgenden Besprechung der Figuren bloss das angeführt, was nicht schon im zweiten Theile dieser Arbeit im Texte besprochen war.

Taf. XXI.

2. Systegium crispum.

α. Querschnitt durch den Stengel.

β u. γ. Querschnitt durch den Blattnerven in dem entwickeltsten Theile desselben; γ zeigt die Normalzahl von 4 Deutern, β zeigt deren 5, die beiden mit d' bezeichneten, durch eine abnorme radiale Theilung eines einzigen entstanden, sind kleiner als die anderen.

δ. Schnitt weiter oben am Blattnerven; Bauch- und Rückenzellen sind auf je 2 Schichten reducirt.

ε. Schnitt nahe der Spitze; der schmäler gewordene Nerv zeigt nur noch 2 Deuter, 2 Bauchzellen und wenige Rückenzellen, die Begleiter sind verschwunden.

ζ. Querschnitt durch ein Perichätialblatt.

3. Gymnostomum rupestre.

α u. β. Querschnitte durch das Stämmchen; α zeigt einen wenig entwickelten, armzelligen Centralstrang, β entbehrt desselben.

γ. Querschnitt durch den Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle.

δ. Querschnitt näher der Spitze oder von einer mehr depauperirten Form; Bauch- und Rückenzellen erscheinen weniger zahlreich und weniger differenzirt.

ε. Dürfte ein Schnitt durch ein Perichätialblatt sein oder durch das Stengelblatt einer noch mehr depauperirten Form; der ganze Nerv ist noch weniger differenzirt, als bei δ, und Bauch- und Rückenzellen noch weniger zahlreich; die Gruppe der mit x bezeichneten Zellen ist als unregelmässige Verbreiterung des Nerven durch tangentiale Theilungen von Spreitenzellen zu betrachten.

ζ. Schnitt nahe der Spitze; der Nerv besteht nur noch aus 3 wenigreihigen Schichten gleichartiger Zellen.

4. Gymnostomum curvirostre. Querschnitt durch den Blattnerven.

5. Cynodontium virens.

α. Querschnitt durch den Stengel; die Zellen des Parenchyms und des Centralstranges erscheinen in den Ecken stärker verdickt. — Bei a Ansatzstelle eines Blattflügels.

β. Querschnitt durch einen schwächer ausgebildeten Nerv an seiner entwickeltsten Stelle; wir sehen hier gewöhnliche Begleiter in Mehrzahl, in den Winkeln zwischen je 2 Deutern auf der Rückenseite, sogar auf der Bauchseite haben sich abnormerweise 3 intercalares nicht verdickt und bilden bei x eine begleiterähnliche Gruppe.

δ. Schnitt durch einen ähnlichen, kräftiger entwickelten Nerven an der gleichen Stelle; auch hier die comites in Mehrzahl, bloss in dem Winkel bei 0 ist ihre Bildung unterblieben.

γ. Querschnitt durch den Nerven höher am Blatte; die Begleiter sind nur mehr in Einzahl vorhanden. Der Blattrand erscheint durch Bildung einer doppelten Zellschicht als Blattsaum.

ε. Schnitt noch näher der Spitze, die Begleiter sind verschwunden, Bauch- und Rückenzellen spärlicher. die Zahl der Deuter auf 4 reducirt. Auch hier ein doppelschichtiger Blattsaum.

ζ. Querschnitt durch einen Blattflügel, welcher 2 schichtig erscheint.

6. Dicranum montanum.

Da nur wenige Schnitte in einer Skizze aus früherer Zeit vorlagen, ist das Verhältniss der 3 Schnitte zu einander nicht sicher.

α. Dürfte einen Schnitt durch den Nerven an seiner entwickeltsten Stelle darstellen.

β. Vielleicht einen Schnitt an der Blattbasis.

γ. einen solchen nahe der Spitze. In der Mitte des letzteren zeigen sich einige substereide Zellen, die wir bei den anderen Schnitten vermissen.

7. Dicranum albicans.

α. Querschnitt durch den Stengel; bei a die durch das Anwachsen der Blattflügel hervorgebrachten Anschwellungen.

β. Schnitt durch das Blatt am Grunde desselben; bei a die grosszelligen, lebhafter gefärbten, 2—3 schichtigen Blattflügel.

γ. (Die Figur ist aus Versehen mit ν bezeichnet) Theil eines Querschnittes durch das Blatt nahe am Blattgrunde, oberhalb der Blattflügel.

δ. Ein ähnlicher Schnitt, noch näher dem Blattgrunde als γ.

ε. Schnitt höher am Blatte als β. Die Blattspreite wird schmal, deren Zellen klein und dickwandig.

ζ. Schnitt noch höher am Blatte, die einschichtige Blattspreite ist verschwunden.

η. Schnitt nahe der Spitze.

8. Dicranum undulatum.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

β. Querschnitt durch den Stengel an seiner entwickeltsten Stelle; bei d′ hat einer der Deuter durch eine tangentiale Wand getheilt; bei x der Blattnerv durch Mehrschichtigwerden der Blattspreite unregelmässig erweitert: die Partie rechts von x dürfte zur lamina gehören, wie diese auch bei l mehrschichtig geworden ist.

γ. Schnitt nahe der Blattbasis; Bauch- und Rückenzellen armschichtig; auch hier der Nerv rechts von x und links von x′ unregelmässig verbreitert.

δ. Schnitt nahe der Spitze, Deuter nur noch 4.

ε. Schnitt noch näher der Spitze; der Nerv nur noch 2 schichtig, aus 2 Deutern und wenigen Rückenzellen bestehend, die Bauchzellen sind verschwunden; z die durchschnittenen hervorragenden Zähne des Nerven

10. Theil eines Querschnittes eines jungen Blattes von Campylopus Schimperi.

11. Theil eines Querschnittes eines älteren Blattes von C. Schwarzii.

14. Theil eines Querschnittes durch das Blatt von C. purpurascens.

Taf. XXII.

21. Pottia Heimii.

α. Querschnitt durch den Stengel.

β. Querschnitt durch ein Blatt nahe der Vereinigung mit dem Stengel. Das Blatt gehört der tieferen Region des Stengels mit weniger entwickelten Blättern an. Die den Nerven rechts begrenzenden Zellen sind vielleicht zur Blattspreite zu rechnen

γ. Querschnitt durch den Nerven eines oberen, entwickelteren Blattes nahe der Mitte desselben*).

δ. Ein Schnitt durch ein ähnliches Blatt mehr nach der Basis zu; die Differenzirung der Zellen nimmt ab.

ε. Schnitt durch den Nerven eines unteren Blattes; die Zellen erscheinen wenig differenzirt; 2 Deuter, 2 ventrales.

ζ. Schnitt durch ein Perichätialblatt nahe der Vereinigung mit dem Stengel; alle Zellen sind dünnwandig, fast gleichartig, bis auf die Begleiter, die sich durch ihre Kleinheit scharf abheben.

η. Schnitt durch den Nerven eines mittleren Blattes; die Zahl der Deuter beträgt nur mehr 2, ventrales 4.

ϑ. Aehnlicher Schnitt; auch die ventrales sind auf 2 reducirt.

22. Anacalypta latifolia.

α. Querschnitt durch den Stengel.

β. Querschnitt aus dem unteren Theile eines Blattes; 2 Deuter, 3 wenig hervortretende Bauchzellen; dorsales intercalares spärlich.

γ. Aehnlicher Schnitt, mit nur 2 Bauchzellen, aber zahlreicheren dorsalen Füllzellen.

δ. Schnitt von der Basis eines unteren schuppenförmigen Blattes; 2 basale Deuter.

ε. Schnitt etwas mehr nach der Mitte eines unteren Blattes, eine Bauchzelle tritt auf.

ζ. Schnitt aus der entwickeltsten Region des Blattnerven; die einschichtigen Bauchzellen zahlreich, gross, bauchig hervortretend.

η. Aehnlicher Schnitt eines noch entwickelteren Nerven mit zahlreicheren Rückenzellen; eine intercalaris ventralis hat sich eingeschoben.

ϑ u. ι. Schnitte von der Basis unterer Blätter, die Bauchzellen fehlen.

κ. Schnitt nahe der Spitze eines oberen Blattes.

23. Didymodon rufus.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

β. Querschnitt durch den Blattnerven in seinem entwickeltsten Theile.

γ. Ein Querschnitt etwas höher am Nerven oder durch ein weniger entwickeltes Blatt. Deuter auf 2 reducirt.

δ. Ein ähnlicher Schnitt mit noch weniger Bauch- und Rückenzellen.

ζ. Schnitt noch näher der Spitze, wo die dorsales intercalares verschwunden, die dorsalen Füllzellen auf 2 reducirt sind.

ε. Schnitt noch näher der Spitze; auch die dorsalen Füllzellen sind verschwunden; der Nerv erscheint armzellig, homogen.

η, ϑ, ι zu Grimmia apocarpa gehörig?

η. Schnitt durch den Stengel (ohne Centralstrang).

ϑ. Schnitt durch den Nerven an seiner entwickeltsten Stelle.

ι. Schnitt durch den Nerven nahe der Spitze; die Blattspreite ganz oder doch

*) Ich will nicht bergen, dass die Zutheilung der Nervenquerschnitte zu unteren, unentwickelteren oder oberen, entwickelteren Blättern u. s. f in den meisten Fällen nicht direct beobachtet, sondern erschlossen wurde. Zur directen Feststellung fehlte mir die Zeit. Doch wurden meine Schlüsse oft durch Hülfsmerkmale unterstützt: Zahl der Zellen der Blattspreite und Beschaffenheit derselben, Lage der Blätter zum Stengel u. s. f., so dass die Möglichkeit eines Irrthums, wenn nicht ausgeschlossen, doch stark vermindert erscheint.

am Rande doppelschichtig. Bei β, γ, δ, ζ zeigen sich die Zellen der Blattspreite zugleich schwach mamillös und deutlich papillös.

24. **Weisia zonata** (ein Funk'sches Originalexemplar; die anatomischen Verhältnisse der grösseren Form, die ich als Campylopus irregularis, später als Leptotrichum Molendianum vertheilt habe, und welche denen der echten Form durchaus ähnlich sind, sind in den Verhandlungen des zoologisch botanischen Vereins in Wien ausführlicher illustrirt).

α. Querschnitt durch den Stengel mit einem erst theilweise mit demselben vereinigten Blatte.

β. Querschnitt durch ein Blatt nahe der Basis, der Nerv ist noch verhältnissmässig schwach entwickelt, die einschichtige Blattspreite überwiegend, die rechts von x liegenden Zellen gehören der Spreite an; 4 basale Deuter.

γ. Schnitt durch ein Blatt mehr nach der Mitte zu; die einschichtige Blattspreite ist auf wenige Zellen reducirt, sie ist zum grossen Theile (rechts von x und links von x') doppelschichtig geworden; der Nerv ist breiter geworden.

δ. Schnitt durch 4 in der Terminalknospe vereinigte Blätter nahe deren Spitze, welche zeigen, dass die einschichtige Blattspreite nach der Spitze zu ganz verschwindet.

34. **Barbula recurvata.**

α. Querschnitt durch den Stengel im oberen beblätterten Theile; F ein angewachsenes Blatt, dessen Zellen zu schief durchschnitten sind, um eingezeichnet zu werden.

β. Querschnitt durch den Stengel im unteren blattlosen Theile; die Zellen sind weniger zahlreich, grösser, die Epidermiszellen wachsen zum Theil zu Wurzelfäden aus; Centralstrang vorhanden, doch wenigzellig.

γ. Schnitt durch den Blattnerven in seinem entwickeltsten Theile.

δ. Schnitt etwas höher am Blatte; die Begleiter, die in voriger Figur so deutlich sind, erscheinen ausnahmsweise schon in dieser Höhe verdickt, was, wie Fig. ϛ zeigt, gewöhnlich erst weiter oben regelmässig eintritt; 2 Deuter, die ventrales einschichtig.

ε. Aehnlicher Schnitt noch höher am Blatte mit nur mehr 2 Bauchzellen, Begleiter noch vorhanden.

ϛ. Schnitt nahe der Spitze, nur mehr eine Bauchzelle, comites verschwunden, Rückenzellen wenig zahlreich.

ζ. Eine abnorme Bildung des Blattnerven; alle Zellen, auch die Begleiter, sind mehr verdickt und gleichmässiger geworden, als gewöhnlich der Fall ist.

η. Schnitt durch einen mehr verbreiterten Nerven oberhalb der Mitte.

ι. Schnitt an der Basis, wahrscheinlich eines Perigonialblattes; 2 basale Deuter, Begleiter 0, Rückenzellen 2schichtig, wenig zahlreich; die Blattspreite zählte auf der rechten Seite noch 19, auf der linken noch 24 Zellen.

λ. Schnitt wahrscheinlich durch ein inneres Perigonialblatt; Nerv kaum angedeutet; die Blattspreite zählte auf der rechten Seite noch 29 Zellen.

κ. Der eingerollte Blattrand.

35. **Barbula mucronifolia.**

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel mit einem bereits theilweise mit demselben verwachsenen Blatte, die Spreitezellen desselben bei l erscheinen verschrumpft.

β. Querschnitt durch den Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle. Die Wände der entwickelten Begleitergruppe c durch den Schnitt oder durch Auswitterung zerstört.

γ. Aehnlicher Schnitt, aber mit ganz einschichtigen Bauchzellen.

δ. Schnitt durch ein junges Blatt; die Bauchzellen sind noch nicht angelegt, wohl



aber die Begleiter, die Theilungen in den Rückenzellen sind noch zu verfolgen und durch die Stärke der Linien angedeutet.

ε. Schnitt von der Basis eines Perichätialblattes; der Nerv erscheint verbreitert, alle Zellen sind dünnwandig, bloss die dorsales intercalares etwas stärker verdickt.

Taf. XXIII.

29. Trichostomum tophaceum.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel einer sehr entwickelten Form; Umfang und Zellenzahl des Stengels, zumal des Centralstranges, sind bedeutender, als bei allen übrigen Formen.

β. Querschnitt durch den Blattnerven einer europäischen Form. Die Zellen desselben sind wenig differenzirt, doch sind die duces deutlich zu erkennen; die Begleiter fehlen.

γ. Querschnitt einer europäischen Form mit deutlichen Begleiterzellen.

Die ausführlichere Anatomie dieses Mooses wird bei Besprechung der syrischen Form in den Abhandlungen der Berliner Academie zum Abdrucke kommen.

30. Desmatodon cernuus.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

β. Querschnitt des Blattnerven in seinem oberen Theile. Hier finden wir bloss 2 Deuter, im entwickeltsten Theile beträgt deren Zahl 4.

31. Barbula aloides.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

β u. γ. Theile von Querschnitten durch das Blatt an der Basis desselben, das am Rande (in β) 2—4 schichtig, in der Mitte (bei γ) 4—5 schichtig erscheint.

δ. Schnitt etwas höher am Blatte; die Bildung der Stereiden beginnt, bei 1 wachsen basale Zellen bereits zu Lamellen aus.

ε. Schnitt fast in derselben Region; die Bildung der Stereiden ist schon weiter vorgeschritten.

ζ. Schnitt höher am Blatte, die Lamellen sind bereits entwickelt, die Stereiden schon ziemlich zahlreich.

(Die Figuren η u. ϑ s. auf Taf. XXVIII.)

ι. Schnitt nahe der Spitze, wo die wenigen Zellen des Nerven bereits gleichartig erscheinen.

32. Barbula inclinata.

α. Schnitt durch den entwickeltsten Theil des Blattnerven.

β. Schnitt durch den oberen Theil desselben, wo die Zahl der Deuter auf 4 reducirt erscheint.

33. Grimmia apocarpa.

α u. β. Schnitte durch den Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle; 2 basale Deuter, eine Innenzelle i.

γ. Schnitt mit 2 basalen Deutern und 2 Innenzellen i, die hier ausnahmsweise, nach der Anordnung der Zellen zu schliessen, aus einer Theilung des linken Deuters hervorgegangen zu sein scheinen, während die Innenzellen der beiden vorigen Figuren, wie die der folgenden, aus einer Theilung der Rückenzellen hervorgingen, wie dies die Regel ist.

δ. Schnitt durch ein junges Blatt; scheinbar 3 Deuter, von denen aber der linke d'

einer unregelmässigen Verbreiterung des Nerven durch tangentiale Theilung der anliegenden Blattspreite seine Entstehung verdanken dürfte.

ε. Schnitt durch ein junges Blatt; g u. g' Grundzellen des Nerven, von denen sich aber erst g' durch eine tangentiale Wand getheilt hat, zu beiden Seiten der Grundzellen 4 Spreitezellen.

ζ. Ein weiteres Stadium der Entwickelung des Nerven: 2 Deuter, 2 Rückenzellen; die Innenzelle ist noch nicht angelegt.

39. Grimmia Sinaica.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

β. Querschnitt durch den Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle, 2 basale Deuter, ausgebildete Begleitergruppe, bei l ist die Blattspreite durch tangentiale Theilung doppelschichtig geworden.

γ. Aehnlicher Schnitt durch ein weniger kräftiges Blatt.

δ. Aehnlicher Schnitt, bei l ist der Blattrand durch Mehrschichtigwerden zum Blattsaum geworden.

ε. Aehnlicher Schnitt; in der Begleiterzelle c scheinen die Wände zerstört oder nicht gebildet worden zu sein.

ζ. Aehnlicher Schnitt; die Zellen der Begleitergruppe c haben sich etwas verdickt.

η. Schnitt nahe der Spitze; die Begleitergruppe ist verschwunden.

ϑ u. ι dürften Schnitte durch innere Perichätialblätter darstellen; der Nerv erscheint in radialer Richtung zusammengedrückt.

40. Grimmia gigantea.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

β. Schnitt durch das Stengelcentrum, stärker vergrössert, um die kleineren, aber ziemlich stark verdickten Zellen des Centralstrangs deutlicher zu zeigen.

γ. Schnitt durch das Centrum eines jungen Stengels; der Centralstrang erscheint reichlich mit körnigem und tropfenförmigem Inhalte angefüllt; zarte Theilungen sind wahrscheinlich schon vorhanden, aber nicht deutlich erkennbar, während die umliegenden Zellen des Parenchyms ziemlich verdickt erscheinen.

δ. Schnitt durch den Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle.

ε u. ζ. Schnitte näher der Basis, wo Nerv und Blattspreite noch nicht papillös erscheinen.

43. Theil eines Querschnittes durch den Stengel von Braunia sciuroides.

48. Orthotrichum Sturmii.

α. Schnitt durch den Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle; die 2 basalen Deuter heben sich durch ihre Grösse schärfer von den Rückenzellen ab, als wir dies bei O. Schubartianum und alpestre (Verhandl. des zoologisch botanischen Vereins) sehen.

β. Aehnlicher Schnitt.

γ. Schnitt näher der Spitze; die 3 Innenzellen zeigen sich deutlich differenzirt.

Taf. XXIV.

41. Rhacomitrium protensum.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

β. Querschnitt durch den Nerven an der entwickeltsten Stelle; die Zellen d zeichnen sich durch Grösse von den anderen etwas aus, ebenso wie in der folgenden Figur und sind vielleicht als basale Deuter anzusprechen.

γ. Aehnlicher Schnitt, etwas armzelliger.

δ. Schnitt durch den Nerven mehr nach der Spitze zu, der Nerv erscheint bloss noch 2 schichtig.

ε. Der am Rande doppelschichtige Nerv erscheint in der Mitte durch das Unterbleiben der tangentialen Theilungen bloss einschichtig.

ζ. Nerv noch näher der Spitze.

η. Nerv ganz nahe der Spitze, wo er jedoch immer noch mehrzelliger erscheint, als in ζ, ein Zeichen, dass dies bei verschiedenen Blättern nicht völlig übereinstimmt.

50. Encalypta ciliata.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel im oberen beblätterten Theile, wo noch ein schwach entwickelter Centralstrang vorhanden ist (C); p, hier und in der folgenden Figur, Zellen der sphagnumartigen Mantelschicht.

β. Theil eines Stengelquerschnittes im unteren unbeblätterten Theile, wo der Centralstrang fehlt.

γ. Querschnitt durch den Blattnerven in seinem entwickeltsten Theile, näher der Basis.

δ u. ε. Querschnitte durch den Nerven mehr der Mitte nahe.

ζ. Schnitt durch den Nerven näher der Spitze.

η. Nerv noch näher der Spitze.

ϑ. Nerv ganz nahe der Spitze.

Besonders in den beiden letzten Figuren treten die Zellen d ziemlich bestimmt als wohldifferenzirte Deuter hervor. Die Zellen der Blattspreite und der Bauchseite des Nerven sind mit sehr entwickelten mehrspaltigen Papillen besetzt.

51. Querschnitt durch den Nerven von Encalypta streptocarpa.

52. Querschnitt durch den Nerven und einen Theil der Blattspreite nahe der Basis von Calymperes Crügeri.

67. Bryum turbinatum.

α. Querschnitt durch ein schwächer entwickeltes Stämmchen; die Zahl der Zellen des ganzen Stämmchens und besonders auch des Centralstranges erscheint oft viel grösser. — c die Begleiterzellen (falschen Blattspuren) des mit dem Stengel verwachsenen und dadurch eine starke Verzerrung desselben bewirkenden Blattes F.

β. Querschnitt durch einen Blattnerven an seiner entwickeltsten Partie. Eine Wand in der Richtung von b nach c war die Mediane des Nerven; die jetzt durch die Buchstaben a a′ i g und a a′ k k bezeichneten Linien bildeten die Wände, welche Nervenzellen und Blattspreite schieden; die Linien a′ a a a′ bezeichnen die ersten tangentialen Wände in den beiden Grundzellen, welche die Bauch- und Rückenpartie des Nerven schieden; die ventralen Zellen theilten sich dann durch die tangentialen Wände i d′ f und k e f in Deuter und Bauchzellen, die Bauchzellen v blieben ungetheilt, die Deuter dagegen theilten sich nochmals durch die radialen Wände a d′ und a e und erreichten so die Vierzahl.

γ. Ein ähnlicher Schnitt mit 3 Bauchzellen und zahlreicheren dorsalen Füllzellen.

δ. Schnitt näher der Spitze, die Deuter erscheinen kleiner, verdickter, einer derselben hat durch eine Theilung die kleine Zelle x abgeschieden.

ε. Querschnitt durch einen Theil der Blattspreite, um den doppelschichtigen Blattsaum bei l zu zeigen.

69. Bryum cirrhatum.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

β. Querschnitt durch den Blattnerven in seinem oberen Theile; er zeigt hier 8

Deuter, durch welche Zahl er von der Vierzahl der Deuter an der Blattbasis zu der Zweizahl an der Spitze übergeht, ein Fall, der sonst nicht oft vorkommt, indem bei anderen Bryen die Vierzahl meist unmittelbar in die Zweizahl übergeht

74. Rhizogonium spiniforme.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

Taf. XXV.

74. Rhizogonium spiniforme.

β. Schnitt durch einen Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle. Die mit d bezeichneten Zellen dürften hier und in der folgenden Figur die Deuter darstellen; ihnen zunächst lagern sich einige weitlichtige, ihnen ähnliche Zellen auf der Rückenseite r. — Vielleicht repräsentirt in unserer Figur die Zelle c die Begleitergruppe, die in der folgenden Figur, wenn auch wenig entwickelt, doch deutlich hervortritt. Die Füllzellen stellen echte Stereiden dar.

γ. Aehnlicher Schnitt.

δ. Schnitt nahe der Blattspitze; die Zahl der Zellen des Nerven ist sehr vermindert; die der Deuter auf 4, der ventralen Füllzellen auf ebensoviel u. s. f.; der Blattsaum l erscheint stark verdickt.

61. Webera polymorpha.

α. Theil eines Querschnittes durch das Stämmchen.

β. Schnitt durch einen Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle. Die Bauchzellen einschichtig.

γ. Aehnlicher Schnitt; die Zahl der Rückenzellen geringer, die Bauchzellen an einer Stelle 2schichtig.

δ. Schnitt höher oben am Blatte; die Bauchzellen erscheinen differenzirt und 2schichtig.

ε. Aehnlicher Schnitt; die Bauchzellen erscheinen differenzirt und mehrschichtig.

ζ. Schnitt durch den Nerven eines unteren, wenig entwickelten Blattes; die Bauchzellen fehlen gänzlich.

η. Schnitt durch ein Blatt nahe der Spitze oder ein Niederblatt; der Nerv ist nur mehr wenigzellig, die Deuter sind auf 2 reducirt, ebenso die einschichtigen Bauchzellen, die intercalares dorsales sind nur noch 3.

ϑ. Schnitt noch näher der Spitze; der Nerv ist noch armzelliger, die Zellen wenig differenzirt.

ι. Schnitt durch ein Perigonialblatt.

κ. Querschnitt durch den Fruchtstiel; die Zellen erscheinen bis an den Centralstrang heran alle ziemlich stark verdickt.

62. Webera cruda.

α. Theil des Querschnittes durch das Stämmchen; c die Begleitergruppe des mit dem Stengel verwachsenen Blattes.

β. Querschnitt durch den Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle; Deuter anscheinend 6 (oder 8, wenn man auch d einrechnet), doch danken die Zellen links von x und rechts von x wohl sicher ihre Entstehung einer unregelmässigen Verbreiterung des Nerveu durch eine tangentiale Theilung der Spreitezellen, wie wir dies oft finden; Bauchzellen doppelschichtig, homogen, weitlichtig.

γ. Aehnlicher Schnitt, aber 4 Deuter; die Bauchzellen bloss an einer Stelle doppelschichtig.



δ. Schnitt näher der Spitze des Blattes; die Bauchzellen erscheinen differenzirt; die Deuter auf 2 reducirt.

ε. Schnitt von der Basis eines unteren Blattes, die Deuter sind bloss zwei-, die Bauchzellen einschichtig, die dorsalen Füllzellen wenig zahlreich.

ζ. Schnitt durch ein Perigonialblatt.

72. Mnium affine.

α. Theil eines Querschnittes durch einen Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle; so weit die Zellen mit d bezeichnet sind, differenziren sie sich ziemlich deutlich, doppelschichtige Deuter darstellend, von den unterliegenden, ebenfalls doppelschichtigen kleineren und stärker verdickten Bauchzellen, nach dem Rande des Nerven zu wird dies Verhältniss undeutlich; c bezeichnet die sehr entwickelte zusammengesetzte Begleitergruppe.

β. Querschnitt durch den Blattsaum, der bei dieser Art nur einschichtig ist und aus stärker verdickten Zellen besteht.

Taf. XXVI.

75. Aulacomnium palustre.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

β. Querschnitt durch den Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle.

γ, δ u. ε. Schnitte näher der Blattspitze, alle Zellenarten des Nerven finden sich an Zahl reducirt.

76. Meesia tristicha.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel.

β. Querschnitt durch den Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle.

γ. Aehnlicher Schnitt.

ε. Schnitt näher der Spitze; der Nerv ist armzelliger geworden.

δ u. ζ. Schnitte durch weniger entwickelte Blätter.

77. Meesia alpina.

α. Theil eines Querschnittes durch den Stengel; die sphagnumartige Mantelschicht tritt bei weitem schwächer hervor, als bei der vorigen Art; die Zellen des Centralstranges sind meist in den Ecken verdickt.

β. Schnitt durch das Blatt an dem entwickeltsten Theile des Blattnerven (nahe der Basis).

γ. Aehnlicher Schnitt, durch ein stärker entwickeltes Blatt, welcher mehr Zellreihen, aber weniger Zellschichten zählt, als der vorige Schnitt.

δ. Schnitt durch einen noch flacheren Nerven.

ε. Schnitt näher der Spitze eines ziemlich flachen Nerven.

ζ. Schnitt nahe der Spitze eines stark entwickelten Nerven, die Zellreihen haben in stärkerem Maasse abgenommen als die Zellschichten.

η u. ϑ. Dürften Schnitte durch innere Perigonialblätter darstellen.

83. Atrichum undulatum.

α. Theil eines Querschnittes durch das Stämmchen, bei C der ausgezeichnete funiculus centralis polytrichoides mit den in ihren verschiedenen Theilen äusserst ungleich verdickten Wänden. Nicht bei allen Exemplaren tritt diese ungleiche Verdickung so ausgezeichnet auf.

Bei v finden wir eine Blattspur, Centralgruppen, deren Centralzellen c durch Schattirung noch besonders hervorgehoben sind, begleitet von ihren Stereiden.

β. Schnitt aus dem peripherischen Theile des Stämmchen mit 2 Blattspuren v und v', auch hier sind die Centralzellen c durch Schattirung hervorgehoben. Die mehr nach Aussen liegende Blattspur v' ist noch reicher an Stereiden als v; je mehr nach Innen eine Blattspur liegt, desto mehr verlieren sich die begleitenden Stereidengruppen.

γ. Querschnitt durch den Blattnerven an seiner entwickeltsten Stelle; d die Deuter, c die Centralzellen, deren eine, c', sich in 4 Zellen getheilt hat; s die socii; — rechts von x doppelschichtige Blattspreite.

δ. Schnitt näher der Spitze; die Centralgruppen, die Bauch- und Rückenzellen sind an Zahl geringer als in voriger Figur.

ε. Schnitt durch ein junges Blatt; die Zellen sind alle dünnwandig, mit Ausnahme der Centralzelle c, die sich in 2 bereits dickwandige Zellen getheilt hat; die Centralzelle c' hat sich in 3 Zellen getheilt, der socius s durch eine tangentiale Wand in 2.

ζ. Schnitt durch ein schuppenförmiges Niederblatt; die regelmässige Anordnung der Zellen ist fast ganz verwischt.

η. Schnitt durch den 2—4 schichtigen Blattflügel eines bereits zum Theil mit dem Stengel S verwachsenen Blattes.

Taf. XXVII.

89. Pseudoleskea atrovirens.

α u. β. Theile von Querschnitten durch das Stämmchen; Centralstrang fehlt; die Zellen der äussersten Schicht wachsen zu haarförmigen Paraphyllien aus.

δ—x. Schnitte durch Blattnerven, welche uns einen homogenen Nerven mit normal 2, ausnahmsweise (γ) 3 Basalzellen b zeigen, während die Zahl der Rückenzellen je nach der Höhe, in welcher das Blatt durchschnitten ist, sowie je nach der kräftigen Entwicklung der durchschnittenen Blätter wechselt; immer aber sind es mindestens 2 Schichten. Eine eingehendere Schilderung der einzelnen Figuren ist bei der Einfachheit der Verhältnisse unnöthig.

91. Camptothecium nitens.

α. s. auf Taf. XXVIII.

β Schnitt durch die Terminalknospe oberhalb der Terminalzelle.

Die innersten Blätter, oberhalb des nicht auslaufenden Nerven getroffen, zeigen keinen Nerven, die äusseren zeigen den äusserst einfach gebauten Nerven mit 2 Basalzellen und 3—6 einschichtigen Rückenzellen.

γ. Schnitt durch einen Nerven mit 5,

δ. durch einen solchen mit 6 Rückenzellen.

92. Rhynchostegium rusciforme.

α. Theil eines Querschnittes durch einen stark entwickelten Spross mit schwachem Centralstrange.

β. Theil eines solchen durch einen schwach entwickelten Spross ohne Centralstrang.

γ. Theil eines solchen durch einen ebenfalls schwach entwickelten Spross mit 3-zelligem Centralstrange.

δ—λ zeigt uns Querschnitte durch homogene Blattnerven mit mehrzähligen Basalzellen, deren Zahl sich bloss nahe dem Auslaufen des Nerven auf 2 reducirt (x, λ), sonst ist die Zahl der Basal-, wie die der Rückenzellen ausserordentlich verschieden, je nach der Höhe, in der das Blatt durchschnitten ist, oder dem Range des Sprosses, dem die Blätter angehören.

δ zeigt uns den Ausnahmsfall, dass die Basalzellen b sich durch Grösse vor den



Rückenzellen auszeichnen, vielleicht eine Hindeutung darauf, dass sie auch morphologisch nicht gleichwerthig sind.

96. Querschnitt durch den Nerven eines Perichätialblattes von Amblystegium tenuissimum; 2 Basalzellen (oder basale Deuter), 4 einschichtige Rückenzellen.

97. Hypnum commutatum.

α. Querschnitt durch den Hauptstengel mit deutlichem Centralstrange.

β. Querschnitt eines secundären Astes, ohne Centralstrang.

γ. Querschnitt durch ein schwaches Zweiglein.

δ—λ. Querschnitte durch den homogenen Blattnerven dieses Mooses mit mehrzähligen Basalzellen, übrigens nach Zahl der Zellen und ihrer Schichten gemäss der verschiedenen Ausbildung der Sprossgenerationen dieses Mooses und der daran befindlichen Blätter, sowie nach der Höhe, in der die Blattnerven durchschnitten wurden, sehr verschieden, welche Verschiedenheiten aber kein hinreichendes Interesse bieten, um sie einzeln zu besprechen.

μ. Wahrscheinlich Schnitt durch ein Perichätialblatt.

100. Theil eines Querschnittes durch den Stengel von Hylocomium splendens.

102. Spiridens Reinwardtii.

α. Stück eines Querschnittes vom Stengel. Der Centralstrang C ist zusammengedrückt und weicht auch in Kali nicht mehr auf.

β. Das Centrum eines Querschnittes mit vollkommen aufgeweichtem, entwickeltem Centralstrange.

γ. Durchschnitt durch den Blattnerven am Blattgrunde; der Nerv ist schmal und dünn, 2—3 schichtig.

δ. Schnitt durch den Nerven etwas höher am Blatte; die Deuter beginnen sich zu differenziren, die Rückenzellen erscheinen doppelschichtig, die innerste Schicht substereid, die Bauchzellen erscheinen noch einschichtig, weitlichtig.

ε. Querschnitt durch den Nerven an seiner entwickeltsten Stelle, die Deuter durchziehen in Mehrzahl, ziemlich wohl differenzirt, die Blattmitte; Bauch- und Rückenzellen sind mehrschichtig, in Epidermis und substereide Füllzellen geschieden.

ζ. Aehnlicher Schnitt, aber etwas höher am Blatte; der Nerv erscheint ähnlich gebaut, wie in voriger Figur, aber schmäler.

η. Schnitt noch höher am Blatte; Deuter auf 5 reducirt, Bauch- und Rückenzellen doppelschichtig, wohl differenzirt; l der sehr verdickte Blattsaum.

ϑ. Schnitt noch höher am Blatte; 4 Deuter, die intercalares ventrales auf eine einzige substereide Zelle reducirt.

ι. Schnitt noch näher der Spitze; die Bauchzellen (oder Deuter) sind verschwunden; der Nerv stellt sich als eine aus Stereiden bestehende Zellmasse, beiderseits von einer Epidermis umkleidet, dar; bei l die verdickten Blattsäume.

κ u. λ. Stark entwickelte, verdickte Blattsäume; bei λ sogar von deuterartigen, weitlichtigen Zellen in der Mitte durchzogen.

Taf. XXVIII.

73 α. Querschnitt des Stämmchens von Mnium undulatum. Der Centralstrang hebt sich nicht nur durch Kleinheit und Dünnwandigkeit der Zellen, sondern auch durch seine röthlich-braune Farbe sehr scharf und elegant von dem umgebenden Stengelparenchym ab. Bei c eine falsche Blattspur; die zusammengesetzten Begleiter

eines mit dem Stämmchen verwachsenen Blattes, dessen Flügel bei a noch theilweise frei sind.

92 μ. Centrum des Stämmchens von Rhynchostegium rusciforme, nach Aufweichen in Kali mit Chlorzinkjod behandelt. Die Farbe des Parenchyms ist aus der lebhaft gelb-grünen in eine gelblich-braune übergegangen, während sich der Centralstrang schön und deutlich blau gefärbt hat.

41 ϑ. Stück von einem Querschnitte des Stämmchens von Rhacomitrium protensum; stärker vergrössert, um die Poren zu zeigen, welche einzelne der dickwandigen Zellen mit einander verbinden.

91 α. Stück von einem Querschnitte des Stämmchens von Camptothecium nitens mit theilweise, und zwar an den Flügeln zuerst, damit verwachsenem Blatte. Einige wenige Schichten zunächst der primären Membran, und zwar dieser parallel, sind viel lebhafter und dunkler gefärbt, als die inneren Zellschichten, dem Lumen zunächst. Deutliche Schichtung ist übrigens nicht wahrzunehmen. Blattnerv von der bereits oben geschilderten Gestaltung; 2 schichtig, wenig entwickelt, 2 Basalzellen, 4 Rückenzellen. Blattflügel (a) weit grosszelliger und verschieden gefärbt.

31 η. Querschnitt durch das Blatt von Barbula aloides in seinem oberen Theile, wo die Lamellen stark entwickelt sind; auf dem Rücken ist noch eine Zellschicht z hinter den im Vergleich mit t als Deuter zu bezeichnenden Zellen z von der Theilung und Stereidenbildung freigeblieben.

ϑ. Ein Schnitt aus dem Blatte desselben Mooses; alle Rückenzellen sind in Substereiden verwandelt (mit Ausnahme der wenig differenzirten Epidermis); bei z ist die Lamellenbildung in die bei mehreren anderen Barbulis typische Bildung zurückgeschlagen.

58. Querschnitt des Fruchtstiels von Physcomitrium Sesostris mit wenigzelligem, kaum differenzirtem Centralstrange.

8 ζ. Querschnitt des Fruchtstiels von Dicranum undulatum.

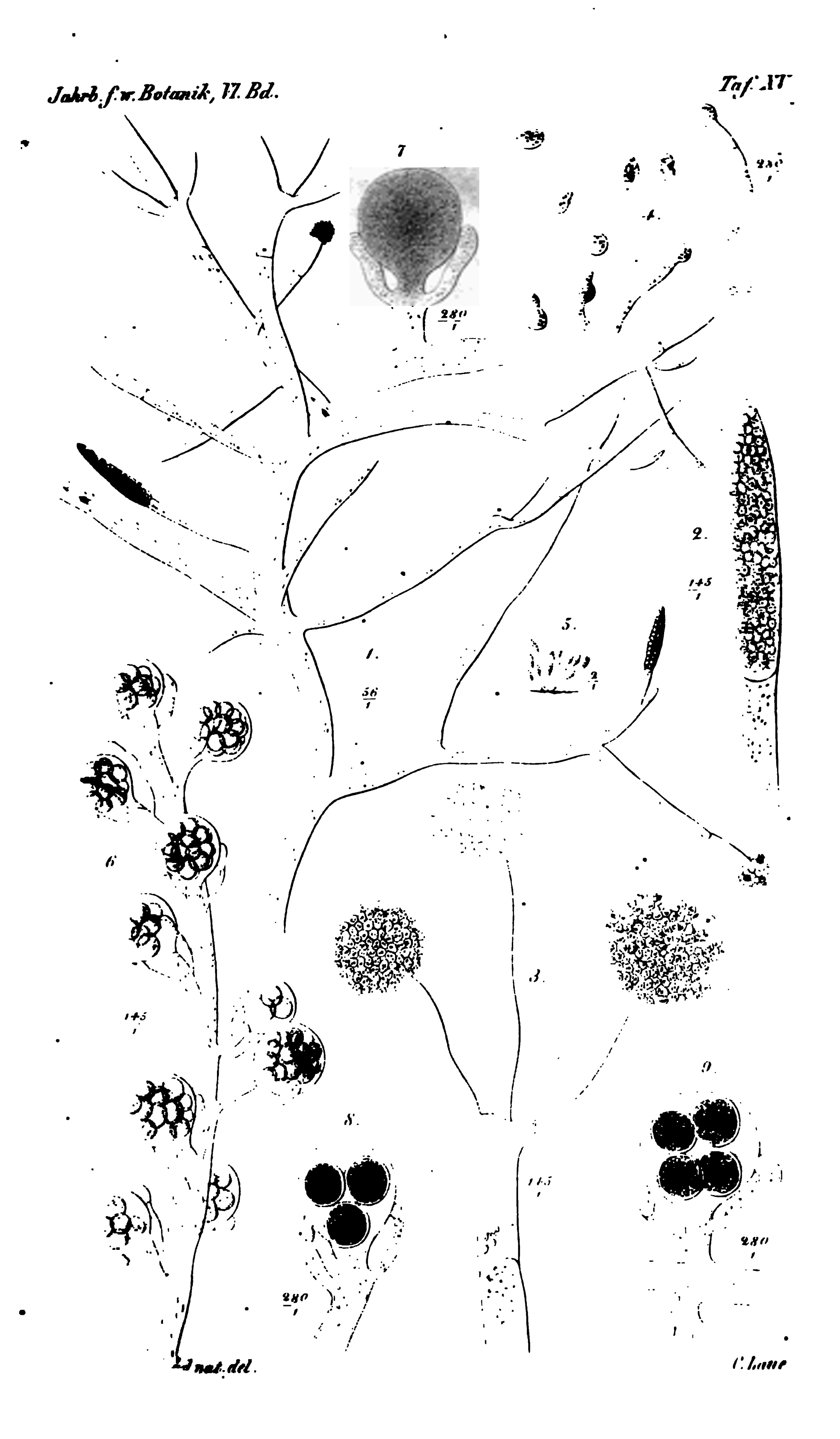
59 α. Querschnitt des Fruchtstiels von Entosthodon Templetoni, aussen noch von dem Gewebe der vaginula v umgeben, in die derselbe eingesenkt ist; das Parenchym bis zunächst an den Centralstrang ziemlich dickwandig, die innerste Schicht der Zellenwandungen viel weniger lebhaft gefärbt, als die äusseren. Der Fruchtstiel ist hier von einer cylinderepithelähnlichen Mantelschicht nach Aussen begrenzt, was indessen nicht bei allen pedicellis dieser Art der Fall ist, wie

β zeigt, welche Figur einen Theil eines ähnlichen Schnittes vorstellt, aber ohne diese Umkleidung.

60. Querschnitt des Fruchtstiels von Funaria hygrometrica. Nachdem von Aussen nach Innen die Zellen des Parenchyms rasch bis zu ziemlicher Dünne der Wandungen vorgeschritten, tritt in der Mitte ein lebhaft gefärbter Kern auf, dessen Zellen aussen wieder kleiner und dickwandiger erscheinen, um in der Mitte wieder in eine Art dünnwandigen Centralstrang überzugehen.

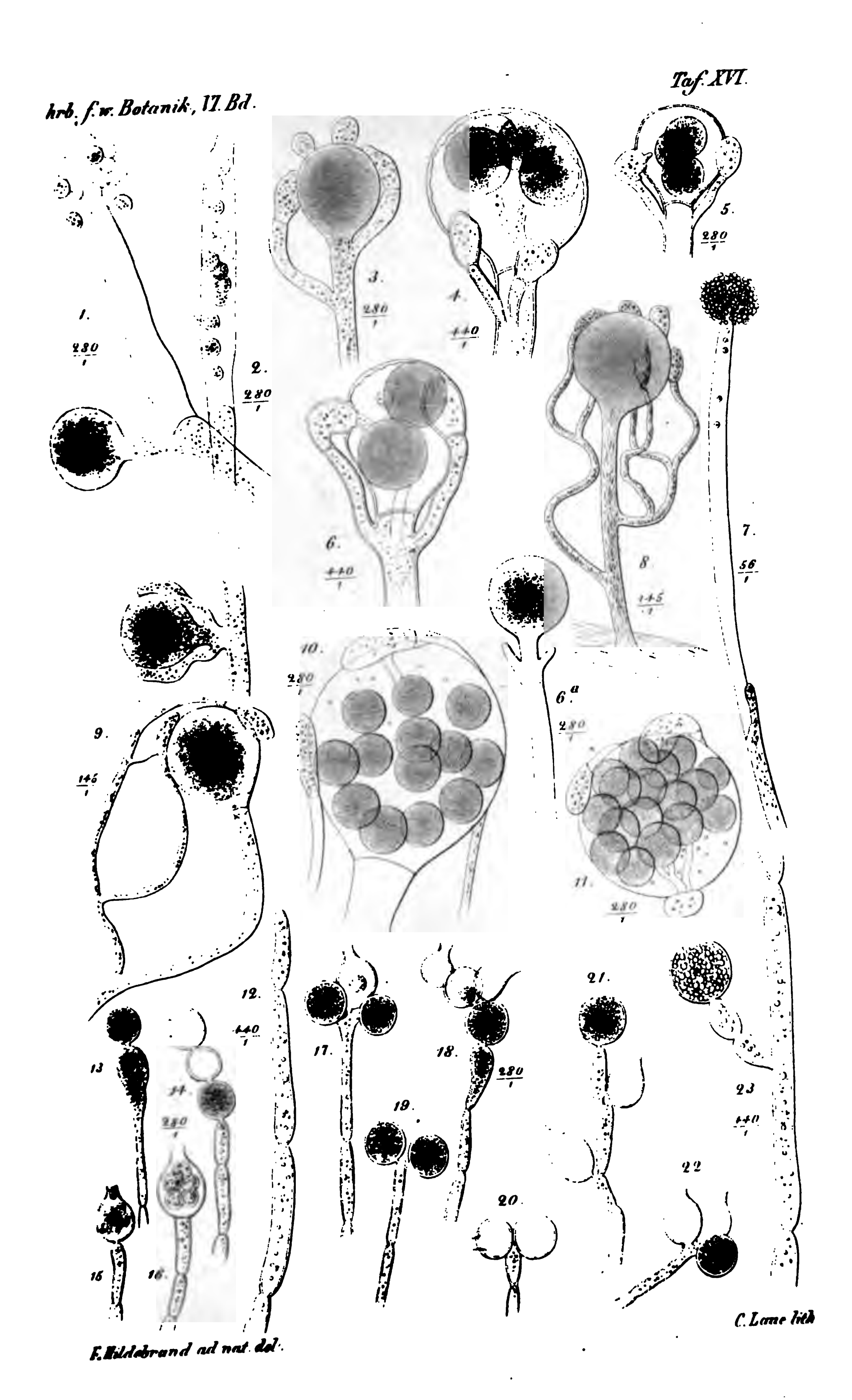
83 ϑ. Theil eines Querschnittes vom Fruchtstiele des Atrichum undulatum; in der Mitte der sich loslösende Kern n; nach Aussen das rasch sich verdickende Parenchym, dessen Zellen, wie wir bei vielen pedicellis finden, annähernd in radialen Reihen gelagert sind, nicht so, dass die Zellen in den verschiedenen Schichten alterniren (s. auch 60).





ad nat. del. C. Laue

Taf. XVI.



F. Hildebrand ad nat. del.

C. Laue lith.



E. Hildebrand ad nat. del. C. Laue lith.

3.
i. S.
B
M. H.
F. L.
F. L.
B
a. S.

1.
M. H.
F. L.
a. S.

7.
B
M. H.
F. L.
i. S.
a. S.

2.
a. S.
5.
F. L.
M. H.
B
E. S.

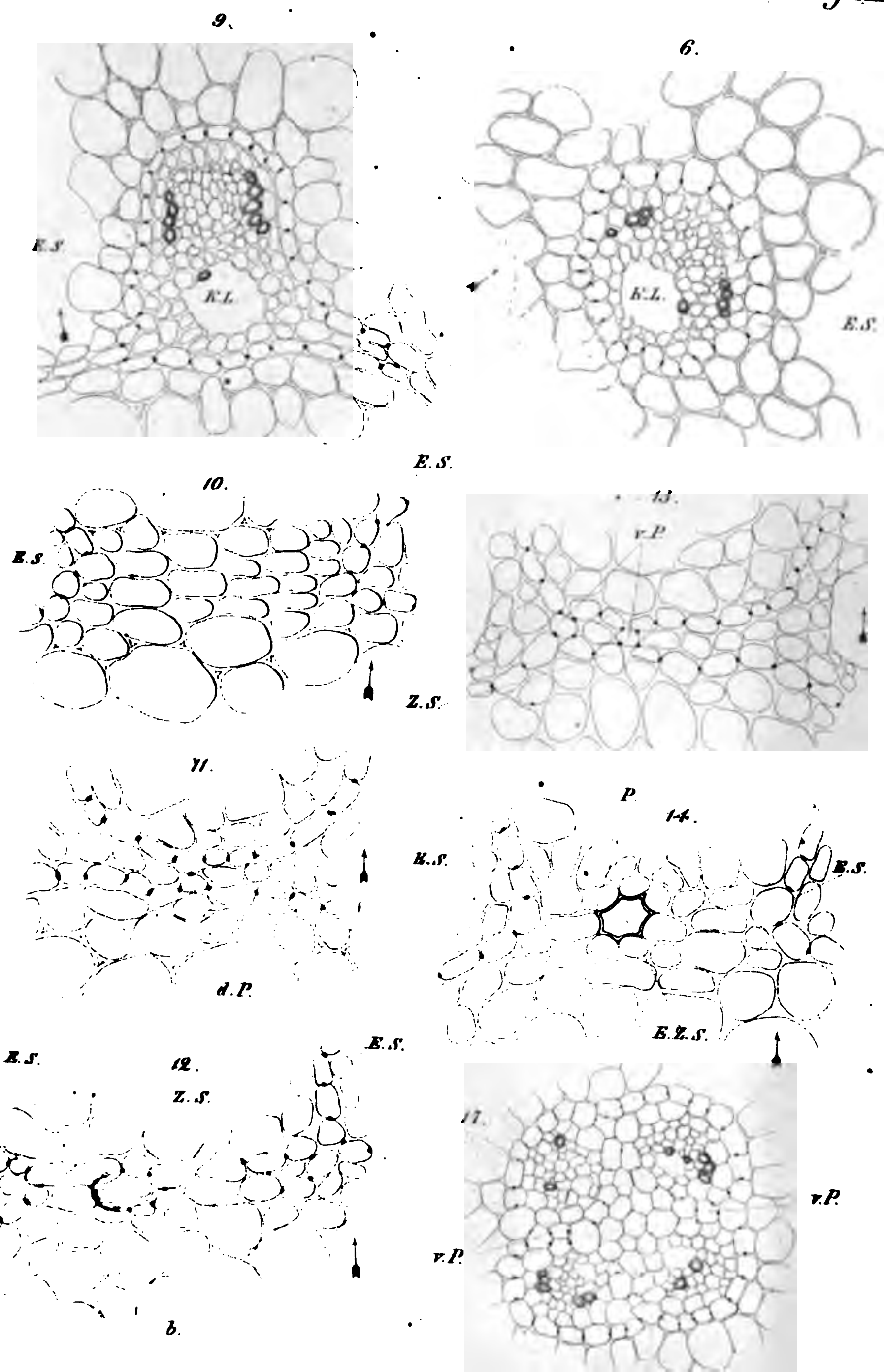
6
a. S.
F. L.
M. H.

8.
M. H.
F. L.
i. S.
a. S.

4.
a. S.
V
F. L.
P
i. S.
M. H.

E. Pfitzer ad nat. del.

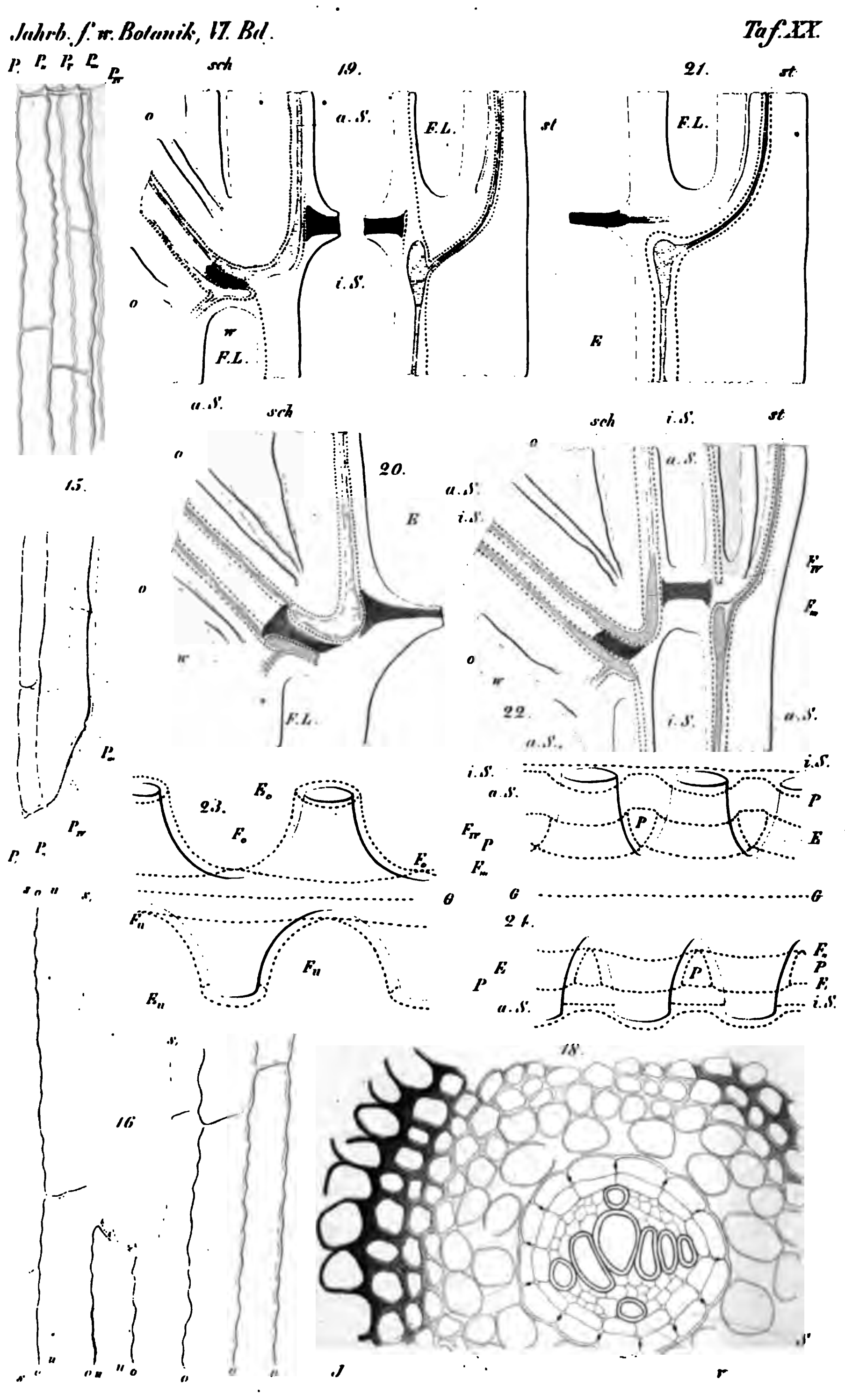
C. Laue lith.



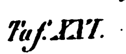
E. Pfitzer ad nat. del.

C. Laue lith.



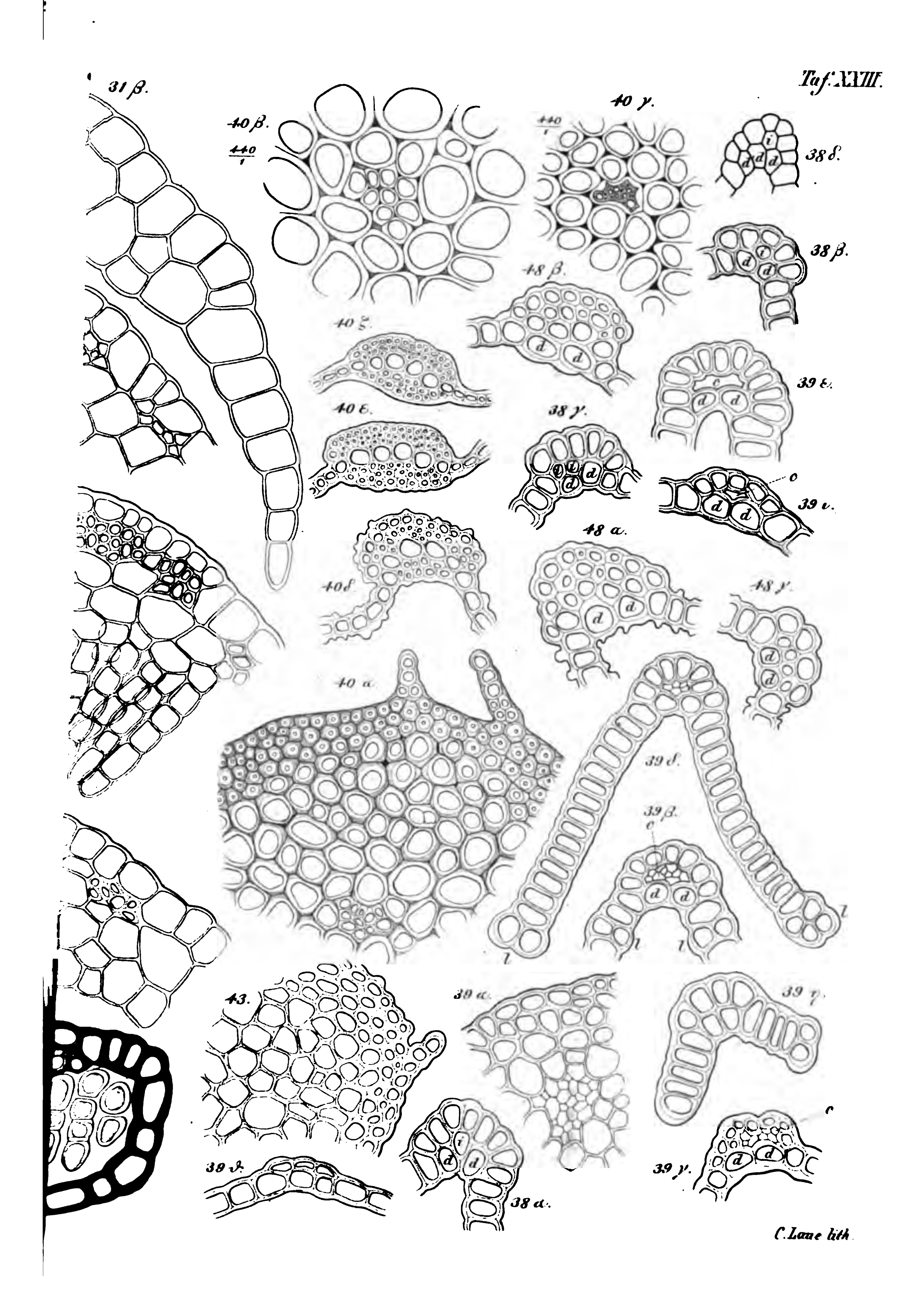


E. Pfitzer ad nat. del. C. Laue lith.



8 α. 5 ε. 8 ε. 8 γ. 8 β. 8 δ. 5 δ. 5 γ. 11. 8 ζ. 14.

C. Lane lith.



31 β.
40 β.
440/1
40 γ.
440/1
38 δ.
i
d
d
d
38 β.
i
d
d
48 β.
d
d
40 ζ.
39 ε.
c
d
d
40 ε.
38 γ.
i
d
d
c
39 ι.
d
d
48 α.
40 δ.
d
d
48 γ.
d
d
40 α.
39 δ.
39 β.
c
d
d
l
l
l
l
43.
39 α.
39 η.
c
39 ϑ.
i
d
d
38 α.
39 γ.
d
d

C. Laue lith.

Taf. XXIV.

51.

$\frac{600}{1}$

69 α.

69 β.

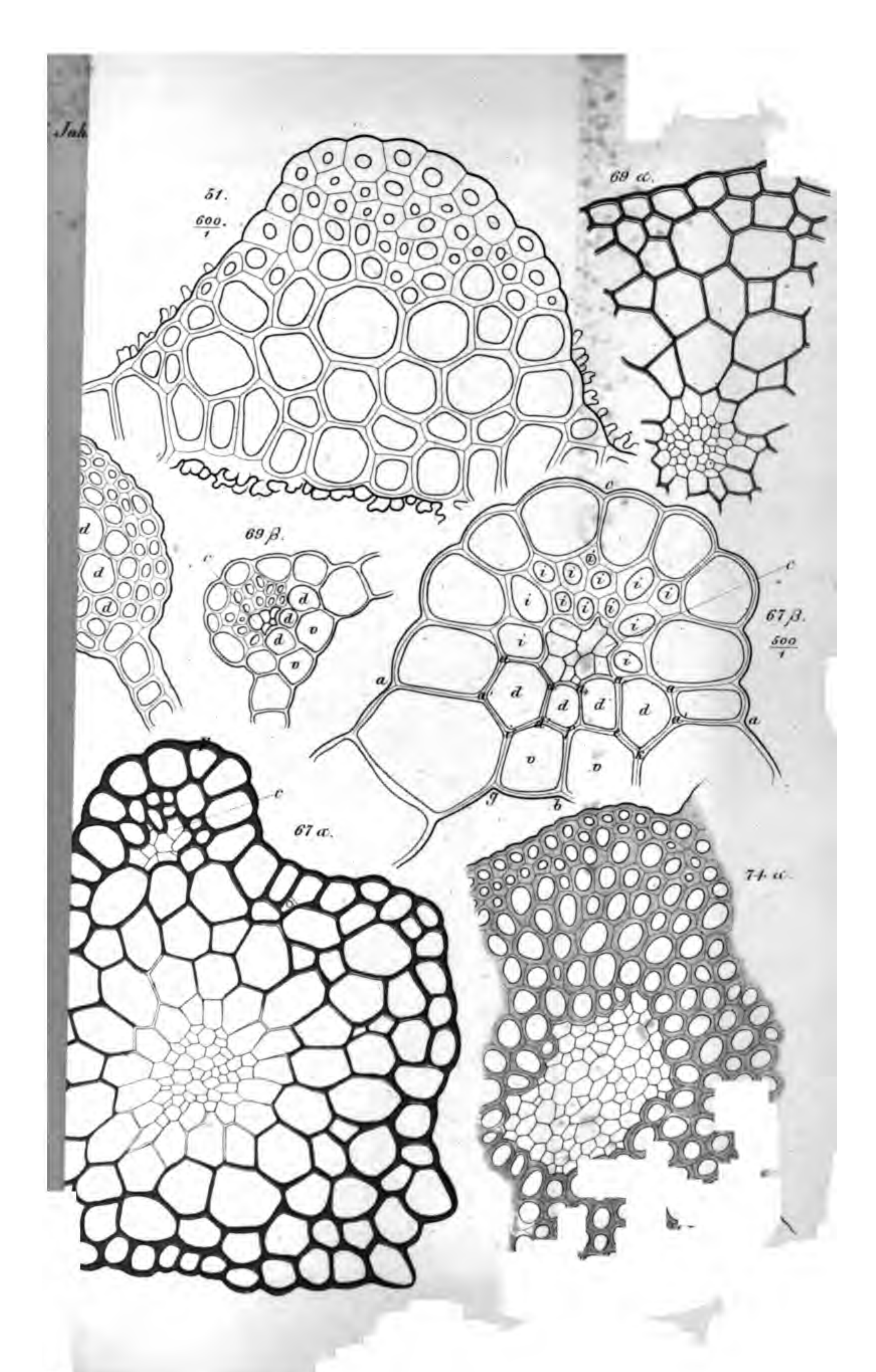
67 β.

$\frac{500}{1}$

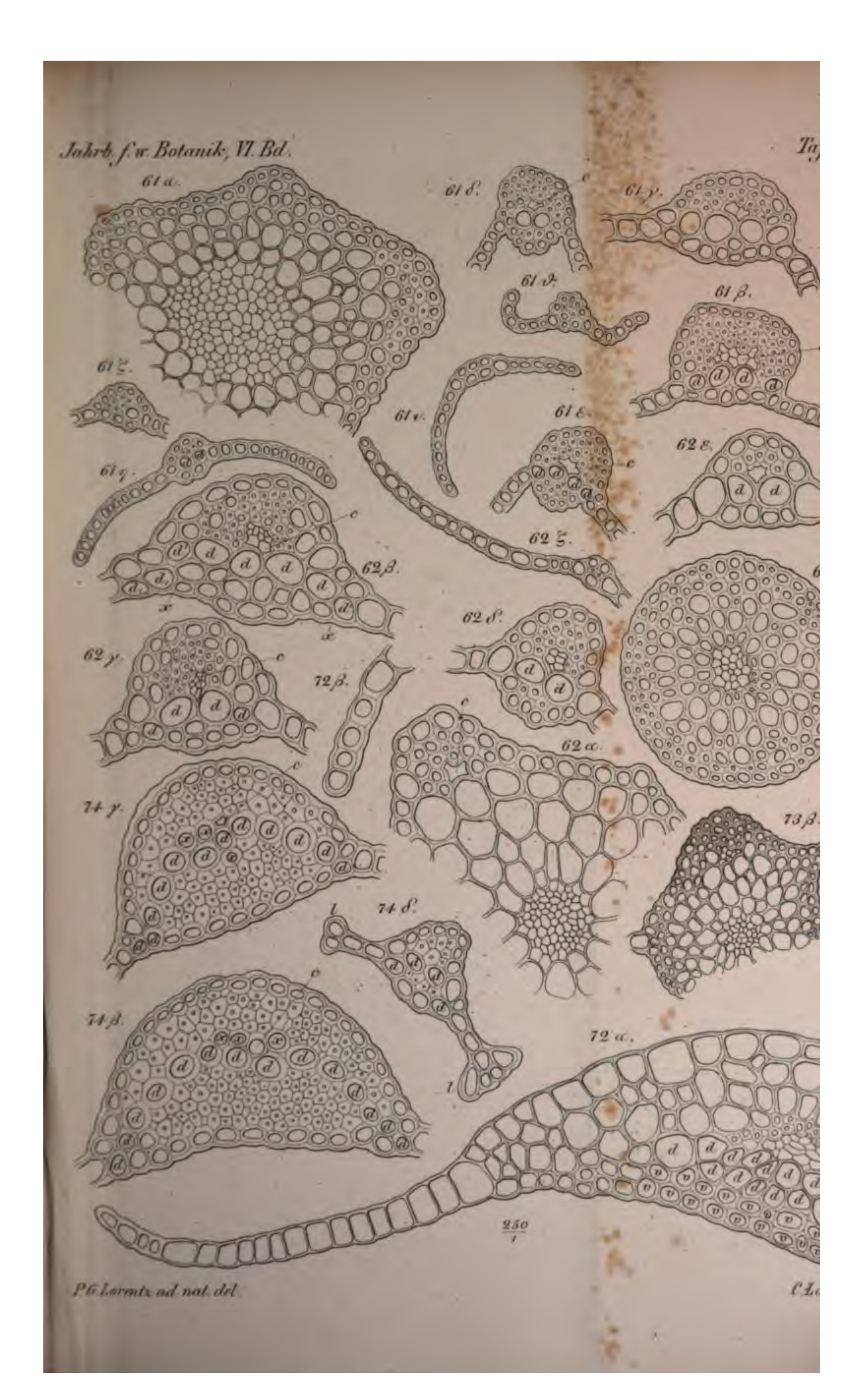
67 α.

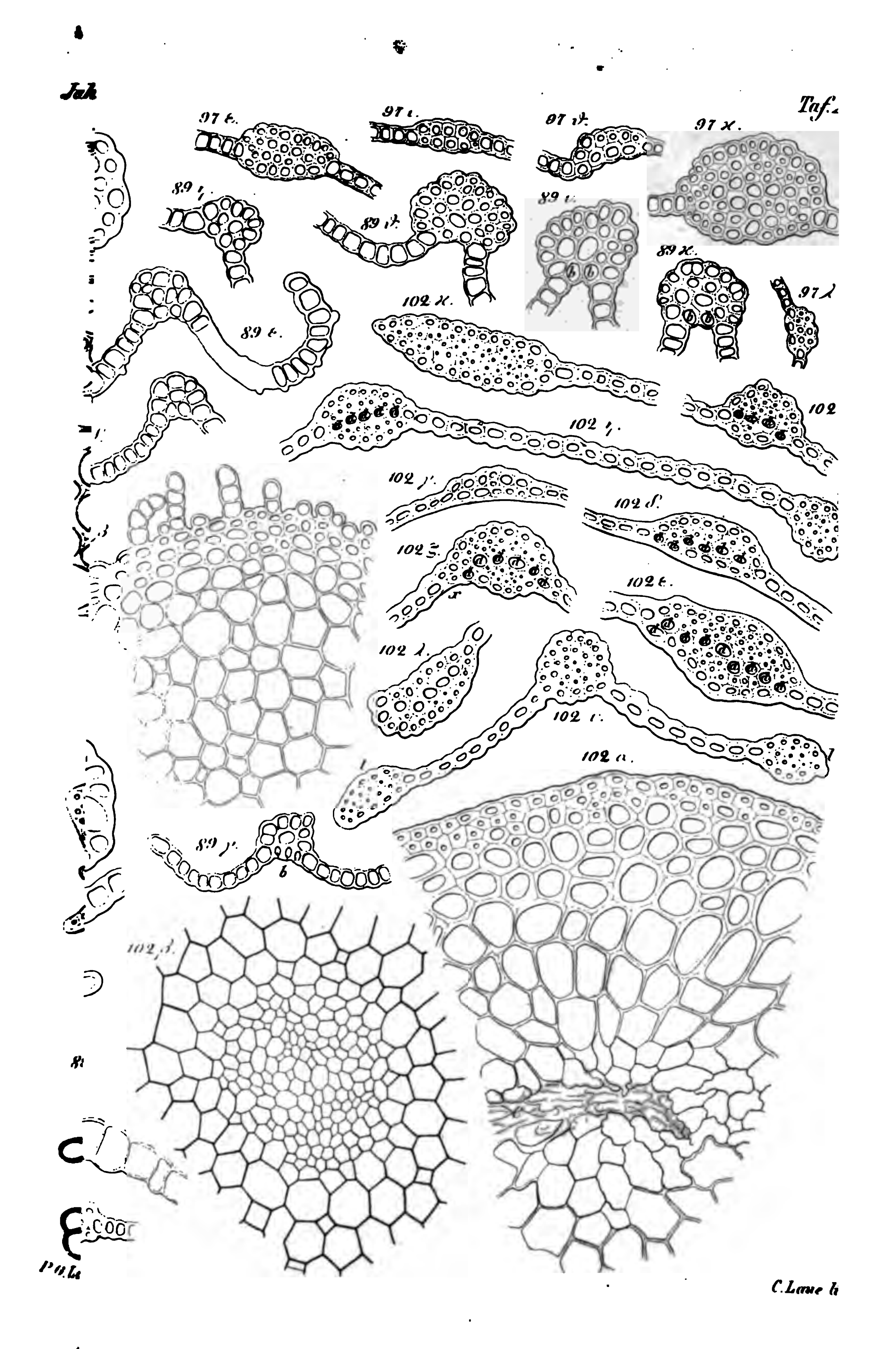
74 α.

C. Laue lith.



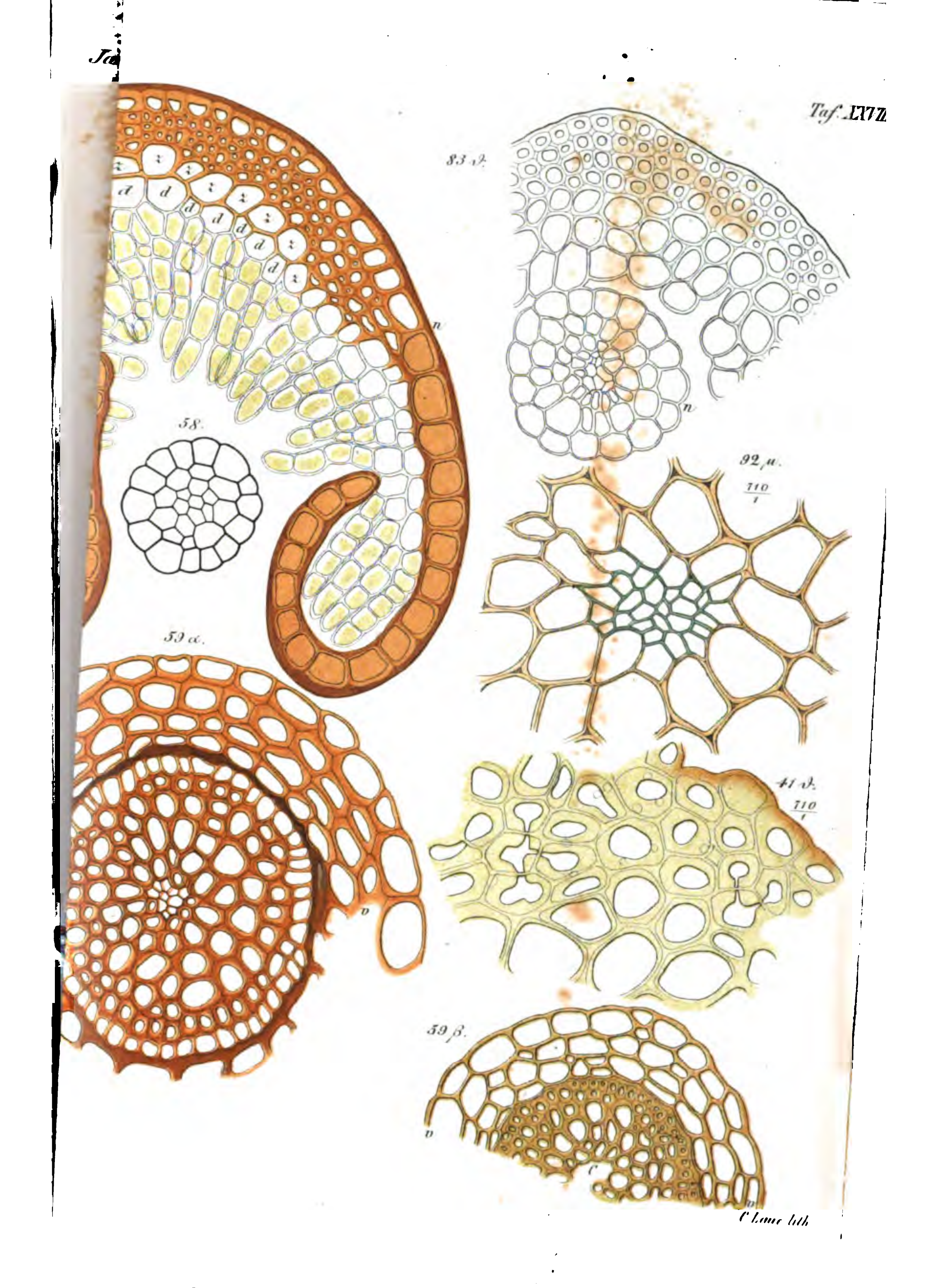
Jah
51.
600/1
69 α.
69 β.
67 β.
500/1
67 α.
74 α.


Jahrb. f. w. Botanik, VI. Bd.
61 α.
61 δ.
61 γ.
61 ϑ.
61 β.
61 ζ.
61 ι.
61 ε.
62 ε.
61 η.
62 β.
62 ζ.
62 δ.
62 γ.
72 β.
62 α.
74 γ.
73 β.
74 δ.
74 β.
72 α.
250/1
P. G. Lorentz ad nat. del.



Jah
Taf.
97 ε.
97 ι.
97 ϑ.
97 κ.
89 η.
89 ϑ.
89 ι.
89 ε.
89 κ.
97 λ
102 κ.
102 η.
102
102 γ.
102 δ.
102 ξ.
102 ε.
102 λ.
102 ι.
102 α.
89 γ.
102 β.
C.Laue li




Taf. LXVII.
83 ϑ.
n
58.
92 μ.
710/1
59 α.
41 ϑ.
710/1
v
59 β.
v
c
m
C. Laue lith.

Ueber Dematium pullulans de Bary.

Von

Dr. E. Loew.

(Mit Taf. XXIX u. XXX.)

Dematium pullulans ist eine verbreitete, einfache Pilzform, die ähnlich wie Exoascus durch Abschnürung hefeähnlicher Zellen bemerkenswerth ist. Es war de Bary, der zuerst 1866 auf sie aufmerksam machte und in Kürze die wesentlichen Momente ihrer Entwicklung angab. (Vgl. de Bary, Morphol. und Physiol. der Pilze, Flecht. und Myxomyc. p. 182.)

Wir fügen seiner Darstellung nur Einzelheiten hinzu.

Man trifft das Dematium überaus häufig auf der Oberfläche von Früchten; ich habe dasselbe auf Weinbeeren im Herbst 1866 beobachtet.

Die Dematiumhefe — so seien die hefeähnlichen Gebilde bezeichnet, die aus den Mycelium-Fäden des Dematium in Menge hervorsprossen, bildet in jugendlichem Zustande ellipsoidische, von hellem, homogenem Protoplasma erfüllte, zartwandige Zellen. Ihr Längsdurchmesser misst etwa 0,007 ^{mm}; die Breite 0,003—0,004 ^{mm}. Siehe Fig. VIII 1—3.

Diese hefeähnlichen Zellen charakterisiren sich durch die Fähigkeit, unter geeigneten Bedingungen zu einem Myceliumfaden auszuwachsen.

Soweit ich diesen Vorgang studiren konnte, ist er folgender:

Die Hefezelle schnürt sich zuerst in der Mitte etwas ein, so dass sie biscuitförmig wird, theilt sich dann an dem Isthmus durch eine Scheidewand in zwei Tochterzellen (Fig. I, 3), an deren Enden zwei kleine Aussackungen hervortreten (Fig. I, 3); diese Aussackungen wachsen zu Fäden aus (Fig. I, 4).

Weitere Zelltheilung findet dann so statt, dass jede der entstandenen Tochterzellen sich in eine längere primäre Scheitelzelle, die den Theilungsprocess fortsetzt, und eine sekundäre Zelle theilt. Da jede der primären Zelle zweiten Grades denselben Theilungsprocess unternimmt, so schreitet dieser von der Mitte der ursprünglichen Hefezellen nach den beiden fortwachsenden Enden zu.

Die Schnelligkeit des Wachsthums ergiebt sich aus folgenden Daten, die Beobachtungen bestimmter Individuen im Gesichtsfelde des Mikroskopes entnommen sind.

I. Beobachtungsreihe.

25. Novbr. 1866.	Cultur in Traubensaft.	
8 h Morg.	Die Hefezelle von gewöhnlicher Form .	Fig. I, 1
12 h Mitt.	Die Hefezelle ist biscuitförmig . . .	„ „ 2
3 h 30 Nm.	Theilung durch eine Scheidewand und Anlage der Fäden als kleine Aussackungen	„ „ 3
7 h Ab.	Die Aussackungen sind zu Fäden ausgewachsen; der Faden etwa von der Länge der ursprünglichen Hefezelle .	„ „ 4
12 h Nchts.	Die Fäden sind verlängert und erreichen das vierfache der Länge der ursprünglichen Hefezelle	„ „ 5.

II. Beobachtungsreihe.

Aehnlich wie vorhin.		
12 h M.	Biscuitförmige, getheilte Hefezelle . .	Fig. II, 1
3 h 30 m N.	Die Fadenenden sind gebildet . . .	„ „ 2
12 h Nchts.	Die Fäden sind verlängert und jede der primären Zelle hat sich an der Austrittsstelle des Fadens durch eine Querwand getheilt	„ „ 3.

Nicht immer wächst die Hefezelle gleichmässig nach zwei Seiten zu Fäden aus; bisweilen nur an einer Seite oder an der einen Seite früher, als an der andern (s. Fig. III). Die Verzweigung des Fadens wird schon früh eingeleitet durch Aussackungen, die seitwärts an sekundären Zellen auftreten. Die Aussackungen, zu Fäden verlängert, werden die Anfänge neuer Achsen, welche die Theilungsfolge der Stammachse wiederholen.



III. Beobachtungsreihe.

Aehnlich wie vorhin.

12ʰ M.	Die Hefezelle ist einseitig verlängert und getheilt	Fig. III, 1
3ʰ 30ᵐ N.	Die andere Seite beginnt einen Faden zu bilden	„ „ 2
7ʰ Ab.	Bildung der ersten, sekundären Zelle und erstes Auftreten des Zweiges .	„ „ 3
12ʰ Nchts.	Verlängerung des Zweiges und Stammendes; Bildung zweier neuer sekundärer Zellen	„ „ 4.

In 12 Stunden ist auf diese Weise ein Zellfaden entstanden, der das 8—10fache der Länge der ursprünglichen Hefezelle übersteigt.

Bei den Hefezellen des Dematium scheint sich das Wachsthum fast constant auf die zwei, an der längeren Achse liegenden Pole zu beschränken. Die Zellfäden des Dematium besitzen apicales Wachsthum.

Die Folge der Theilung ist nach dem Vorhergehenden dieselbe, wie bei den Zellfäden vieler niederer Pilze und Algen überhaupt. Eigenthümlich ist die Theilung der primären Hefezelle in zwei gleichwerthige, wiederum primäre Zellen durch eine mittlere Scheidewand.

Auch eine Penicillium-Conidie kann nach zwei Seiten einen Keimschlauch aussenden; allein weder schnürt sie sich beim Keimen ein, noch theilt sie sich in der Mitte durch eine Scheidewand, sondern die ersten Scheidewände entstehen in der Nähe der Austrittsstellen des Keimschlauchs.

Der Inhalt der jugendlichen Dematium-Zellfäden ist ein hyalines Protoplasma, das hier und da ziemlich grosse Vacuolen enthält; die Breite der Fäden wechselt von 0,004—0,007ᵐᵐ. Sie sehen Penicillium-Fäden überaus ähnlich (vgl. de Bary a. a. O.).

Die Bedingungen, unter denen aus der Dematium-Hefe Mycelien werden, sind ein dünnflüssiges, noch unzersetztes Nahrungsmedium. Immer, wenn z. B. Dematium-Hefezellen auf frisch ausgepressten Weintraubensaft ausgesäet wurden, wuchsen sie zu Mycelien heran; auf Medien, die schon längere Zeit in Zersetzung begriffen sind, wird, soweit ich das controliren konnte, aus der Hefe kein Mycelium.

Jede Untersuchung über Hefe, die etwa in der Richtung ausge-

führt wird, letztere in Zusammenhang mit anderen Pilzformen zu setzen, wird auf das Auswachsen der Dematium-Hefe zu Mycelium-Fäden Rücksicht zu nehmen haben. Wirkliche, gährungserregende Hefezellen thun das nie; es wird deshalb nothwendig sein, solche in Untersuchung stehende Hefeform auf ihre Weiterentwicklung zu prüfen, um einer Verwechslung mit Dematium-Hefe aus dem Wege zu gehen.

Das zweite Stadium, in das die Entwicklung der aus Hefezellen gebildeten Dematium-Zellfäden tritt, ist das Auftreten neuer Hefezellen an denselben.

Es werden an allen Seiten der Mycelium-Zellen zuerst kleine, kuglige Hervortreibungen sichtbar, die schnell zu ovalen, den ursprünglichen hefeartigen Gebilden gleichen, Zellen heranwachsen. Ich sah solche „Hefezellen zweiter Generation" sowohl an sekundären Zellen hervorsprossen, als an der Spitze der fortwachsenden, primären Scheitelzellen. Das erste Auftreten der Hefezellen an den Zellfäden beobachtete ich 16 Stunden nach der Aussaat von Dematium-Hefe.

IV. Beobachtungsreihe.

25. November.	Cultur auf Traubensaft.	
12 h M.	Die Hefezelle beginnt sich einseitig zu einem Faden zu verlängern . . .	Fig. IV, 1
7 h A.	Sie ist beiderseits zu einem Faden verlängert; eine Scheidewand ist gebildet	„ „ 2
26. November.		
1 h N.	Die Fäden sind verlängert; drei neue Scheidewände gebildet	„ „ 3
1 h 15 m N.	Auftreten der Hefezellen als kleiner Punkte an den sekundären Zellen; eine neue Scheidewand gebildet . .	„ „ 4
1 h 30 m N.	Die Hefezellen sind ausgewachsen . .	„ „ 5.

Bemerkenswerth erscheint die schnelle Ausbildung der Hefezellen, die in einer halben Stunde beendet ist. Der Inhalt der Zellen, denen sie entsprossen, war vor ihrem Auftreten homogen; nach der Bildung vacuolenhaltig.

Bald nach ihrer Ausbildung lösen sich die Hefezellen von dem Mutterfaden los und werden zu selbstständigen Individuen.

Die Abschnürung der Hefezellen setzt sich längere Zeit hindurch

fort, während die Zellfäden, denen sie entsprossen, beständig mehr und mehr in die Länge wachsen. Ein einzelner Zellfaden kann mehrere Hundert Hefezellen produciren. Die Hefezellen sitzen an den Fäden auf kleinen Höckerchen, die nach der Ablösung der Hefezellen leicht erkennbar sind. S. Fig. V, c.

Die Mycelien bilden, nach etwa 2 bis 3 Tagen fortgesetzter Cultur, wurmförmig gekrümmte, vielfach verzweigte Zellfäden. Bei sehr üppigem Wachsthum auf Traubensaft sind die älteren Zellen der Fäden fast ebenso breit, als lang, etwa 0,014—0,018 mm, häufig in der Mitte etwas eingeschnürt; sie bilden lange, ½ mm erreichende, rosenkranzförmige Ketten (s. Fig. VI), die, nach den fortwachsenden Fadenenden verschmälert, in vielfachen Biegungen auf dem zur Cultur benutzten Objectträger sich ausbreiten.

In dünnflüssigen Medien sind die Fäden schmäler (s. Fig. V), die Zellen gestreckter; die Fäden sehen so Penicillium-Mycelien sehr ähnlich.

Die Hefezellen scheinen an allen Punkten der Zellen und Zellfäden auftreten zu können; an dem auf Fig. VI dargestellten Myceliumfaden sind die primären Scheitelzellen frei von Hefesprossung; an andern Zellen treten sie in grosser Anzahl allseitig auf; einzelne Zellen besitzen kuglige Ausstülpungen, die dann dicht mit Hefesprossungen bedeckt sind (VI, d). An andern, schlanker gewachsenen Individuen (Fig. V) ist auch die Produktion der Hefezellen nicht eine so reichliche; sie treten vereinzelt an den Seiten älterer und jüngerer Zellen auf, häufig in der Nähe der Scheidewände stehend, bisweilen auch in terminaler Stellung auf der Spitze eines Fadens.

Die Hefezellen der zweiten Generation sowohl, als die Mycelien, denen sie ihren Ursprung verdanken, unterliegen weiteren Veränderungen.

Die Vermehrungsweise der Hefezellen zweiter Generation ist, wenn sie unter denselben Culturbedingungen bleiben und nicht etwa durch Aussaat in unzersetzte Medien wieder zum Auswachsen in Mycelien gezwungen werden, die Art der gewöhnlichen Hefebildung durch Sprossung.

Die kleinen, etwa 0,007 mm langen, ovalen Hefezellen mit homogenem Inhalt erzeugen jederseits ein oder zwei Sprosszellen, die schnell zu selbstständigen Individuen werden. Niemals habe ich mehr als 5—6 Hefezellen in Zusammenhang gesehen; die ältere Mutterzelle ist grösser als die noch in der Entwicklung begriffenen Sprosszellen; die Mutterzelle im Innern vacuolenhaltig, die Spross-

zellen homogen. Viel verästelte Ketten, wie sie die gewöhnliche Hefe bildet, fand ich nie bei Dematium. Ueberhaupt schien es mir, als ob eine Dematium-Hefezelle, die Tochterzelle einer anderen Hefezelle und noch im Zusammenhang mit dieser ist, niemals selbst wieder zur Mutterzelle würde; erst nach der Trennung von ihrer Geburtsstätte treibt sie neue Sprossungen.

Durch wieviel Generationen sich die Hefebildung durch Sprossung fortsetzt, habe ich nicht verfolgen können. Die Zahl der Generationen scheint unbestimmt zu sein. Jedenfalls hängt sie mit den äusseren Bedingungen zusammen; je mehr zersetzungsfähige Substanz in der Umgebung der vegetirenden Hefezelle vorhanden ist, desto grösser wird auch die Zahl der möglichen Generationen.

Die Hefezellen späterer Generationen erleiden bei fortschreitender Aufzehrung des Nährmaterials bemerkenswerthe Veränderungen, die bei Cultur auf Objectträgern am dritten Tage nach der Aussaat von Dematium-Hefe auf Traubensaft beobachtet wurden.

Einzelne der Hefezellen sind in der Mitte etwas eingeschnürt, so dass sie biscuitförmig erscheinen. Andere sind bedeutend gewachsen und erreichen an Dimension etwa das Doppelte der ursprünglichen Grösse. Ihr Inhalt, zuerst homogen, wird vacuolenhaltig und körnig; bei einzelnen tritt nach den Polen zu je ein charakteristisches Oeltröpfchen auf. S. Fig. VIII, 11 u. 12.

Alle diese Hefezellenformen können sogleich zum Auswachsen zu Mycelien durch Aussaat in neue Nährflüssigkeit gezwungen werden. S. Fig. VIII, a.

Die biscuitförmigen Hefezellen theilen sich an der Einschnürung durch eine zarte Scheidewand; häufig treten mehrere Scheidewände hintereinander auf. S. Fig. IX, 1—6. Wir fanden solche wenigzellige Ketten, die wir als „getheilte Dematium-Hefe" bezeichnen wollen, aus 2—6 Zellen bestehend, etwa 0,005 mm breit und 0,01—0,02 mm lang.

Die Membran dieser weniggliedrigen Ketten erscheint zuerst zart, der Inhalt körnig. In weiterer Folge verdicken sich die Wandungen und erscheinen gelblich gefärbt; zuletzt bilden sie starke, olivengrünlich-braune Membranen. Als Inhalt finden sich in jedem Zellraume ein oder einige wenige Oeltropfen. S. Fig. X, 1—8.

Das zuletzt beschriebene Stadium erreichten die Dematium-Zellketten bei Cultur auf Traubensaft am fünften Tage nach fast vollständiger Eintrocknung der Nährflüssigkeit. In besonders schöner Ausbildung sah ich sie auf Zuckerlösung.

Die Zellketten bildende „getheilte Dematium-Hefe" bildet offenbar ein Mittelstadium zwischen den eigentlichen Hefezellen und den Mycelien des Dematium. Einzelne dieser Gebilde, besonders die biscuitförmigen (s. Fig. X, 1—4), die in der Mitte eingeschnürt und durch eine Querwand getheilt sind, sehen den Sporen anderer Pilze, so besonders denen von Penicillium cladosporioides Fres. (vergl. Fresenius, Beitr. z. Mykol. I. Heft. Tab. III. Fig. 27 u. 29) sehr ähnlich. Diese sind bisweilen von derselben Form, in der Mitte quergetheilt und haben denselben Oeltropfeninhalt. Nur kann man die wirklichen Sporen durch einen, der Ansatzstelle entsprechenden kleinen Höcker unterscheiden, der den aus Dematium-Hefe entstandenen Zellen fehlt.

Einen genetischen Zusammenhang zwischen Penicillium cladosporioides und Dematium nachzuweisen, ist mir nicht gelungen. Bei genau controlirten Aussaatsversuchen konnte ich weder aus Dematium etwa Penicillium-Conidienträger, noch aus Penicillium-Conidien etwa Keimschläuche erhalten, die Dematium-Hefezellen hervorgebracht hätten. Als Nahrungsstoffe wurden Brot, Traubensaft, Zuckerlösung, Faeces, Milch angewandt.

Eine den „getheilten Hefezellen" analoge Entwicklung durchlaufen die Dematium-Mycelien. Sobald die Hefeabschnürung vorüber ist, beginnt auch der Inhalt der Mycelium-Zellen sich zu verändern und wird körnig; die Form der einzelnen Zelle wird kuglig; ob innerhalb derselben noch ein nachträglicher Theilungsprocess stattfindet — wie das die bisweilen workommenden, die starkwandigen Zellen theilenden, zarten Querscheidewände vermuthen lassen — habe ich nicht direkt beobachten können. Der Inhalt der Mycelium-Zellen sondert zuletzt Oeltropfen aus; ihre stark verdickte Membran färbt sich zuerst gelblich, dann grünbräunlich. Bisweilen, wie es scheint, bei Dünnflüssigkeit der Nahrungsmedien unterbleibt die Färbung; grosse Oeltropfen liegen dann in der Zellhöhlung, die Membran ist nur wenig verdickt.

Braungefärbte und verdickte Mycelien beobachtete ich auf Traubensaft zuerst nach fünftägiger Cultur.

Auch die braungefärbten Dematium-Mycelien ähneln durchaus den Fäden des Penicillium cladosporioides.

Zum Beweise, dass diese braungefärbten Mycelien, ebenso wie die „getheilten Hefezellen" wirklich zum Formenkreise des Dematium gehören, hat man nur nöthig, sie in unzersetzte, hinreichen-

den Nahrungsstoff liefernde Flüssigkeit, etwa Zuckerlösung oder Traubensaft zu bringen.

Jede einzelne Zelle, sowohl der Mycelium-Fäden, als der „getheilten Hefe“, hat die Fähigkeit, einen Keimschlauch auszusenden. Die äussere, braune Membran wird dabei zerrissen und der Innenschlauch tritt als zarte, von homogenem Protoplasma erfüllte Spitze hervor. Aus dieser ersten Anlage des Keimschlauchs wird ein neuer, zartzelliger Faden, der mit den ursprünglichen Dematium-Mycelien gleiches Ansehen und gleiche Entwicklung hat.

Die Keimschläuche, die aus den Mycelium-Zellen und den getheilten Hefezellen hervorgehen, wurden etwa nach Verlauf von 24 Stunden in den Culturen angetroffen. Fig. XI zeigt die Keimschläuche der getheilten Hefezellen, Fig. XII die der Mycelium-Zellen.

An den so gebildeten Keimfäden treten bald wieder neue Hefezellen auf, wie folgende Beobachtungsreihe zeigt:

V. Beobachtungsreihe.

9. December.	Cutur auf Traubensaft (24 Stunden nach der Aussaat).	
$10^h\ 30^m$ V.	Der Keimschlauch ist angelegt . .	Fig. XIII, 1
$11^h\ 15^m$ V.	Die Hefezellen erscheinen an der Spitze des Keimschlauchs als kleine Höcker	„ „ 2
$12^h\ 30^m$ N.	Die Hefezellen haben sich vergrössert	„ „ 3
3^h N.	Die Hefezellen sind ausgebildet; eine derselben hat sich von ihrer Ursprungsstelle abgelöst	„ „ 4.

Die Hefezellen und Mycelien machen bei fortgesetzter Cultur nun denselben Entwicklungsgang durch, der oben beschrieben ist.

Um einen Rückblick auf diesen sonderbaren Formenwechsel des Dematium zu thun, sei es gestattet, hier die Beschreibung des Entdeckers, Prof. de Bary's (a. o. a. O. p. 183), hinzusetzen:

„In Zuckerlösung, auch in Wasser, sprossen aus den farblosen, ästigen und septirten Mycelium-Fäden dieses Pilzes (des Dematium pullulans) ovale Zellchen in Menge hervor, theils auf den Enden kurzer Zweige, theils an den Seiten. Sie schnüren sich ab und vermehren sich genau wie Hefezellen. Zuletzt, wohl nach Verbrauch des vorhandenen Nahrungsmaterials, theilen sich die Mycelium-Fäden durch Querwände, welche so lang als breit sind, zu rundlicher Form anschwellen, eine dicke, zweischichtige braune Membran erhalten und im Innern Oeltröpfchen aussondern. Die frei liegenden Spross-

zellen zeigen unter den gleichen Bedingungen die gleichen Veränderungen. Wiederum in geeignete Flüssigkeit gebracht, treibt jede einzelne, braunhäutige Zelle, auch nach langem Ruhezustande, einen Keimschlauch, der sofort, oder nachdem er wiederum zu einem verzweigten Faden ausgewachsen ist, die Abschnürung von neuem beginnt. Die hefeartigen Zellen des Dematium erreichen bedeutende Grösse und nehmen dann cylindrisch-längliche Form an; oft wachsen sie selbst zu langen septirten Hyphen aus. Viele bleiben jedoch kleiner, und solche sammt ihren sekundären Sprossen sehen ächter Hefe täuschend ähnlich. Alkoholgährung wird durch das Dematium nicht erregt."

Soweit de Bary. Ich glaube mit ihm nur an zwei Punkten nicht in völliger Uebereinstimmung zu sein. Die Mycelium-Zellen sollen sich nach Verbrauch des Nahrungsmaterials nachträglich in Tochterzellen theilen. Wie oben angeführt, habe ich das nicht beobachten können. Zweitens bezeichnet de Bary die braune Membran der Dematium-Zellen als zweischichtig. Ich konnte auch bei Anwendung von Reagentien nur immer eine Schicht wahrnehmen.

Der beschriebene Formenwechsel des Dematium besteht in der auf- und abgehenden Bildung einzelliger Individuen und mehrzelliger Mycelien.

Es producirt:

Eine Hefezelle: eine andre Hefezelle;

Eine Hefezelle: ein Mycelium;

Ein Mycelium: ein andres Mycelium;

Eine Myceliumzelle: Hefezellen.

Wir haben die ovalen Zellen, die dem Mycelium entsprossen, beständig als „Hefe" bezeichnet, obgleich sie mit dieser nur die äussere Form, nicht auch die Gährung erregende Wirkung gemein haben. Die Bezeichnung als „Hefe" ist deshalb unpassend; welcher andere Name diesen Gebilden zukommt, muss bis jetzt dahingestellt bleiben. Ebenso ist noch übrig zu ermitteln, welchen weiteren Formenkreisen Dematium pullulans etwa angehört.

Erklärung der Tafeln.

Taf. XXIX.

Dematium pullulans.

Sämmtliche Figuren sind bei 300facher Vergrösserung mit Hülfe eines Amici'schen Prisma's gezeichnet.

Fig. I. Auswachsen der Hefezellen (erster Generation) zu Mycelium-Fäden. — Am 25. Nov. 1866 beobachtet.

1. 8 h Mr. — 2. 12 h Mt. — 3. 3 h 30 m Nm. — 4. 7 h A. — 5. 12 h Nch.

Fig. II. Dasselbe wie Fig. I. — Am 25. Nov. beobachtet.

1. 12 h Mt. — 2. 3 h 30 m Nm. — 3. 12 h Nchts.

Fig. III. Verzweigung des Fadens. — Am 25. Nov. beobachtet.

1. 12 h Mt. — 2. 3 h 30 m Nm. — 3. 7 h Ab. — 4. 12 h Nchts.

Fig. IV. Bildung neuer Hefezellen. — Am 25. u. 26. Nov. beobachtet.

1. 12 h Mt. — 2. 7 h Ab. — 3. 1 h Nchts. — 4. 1 h 15 m Nchts. — 5. 1 h 30 m N.

Fig. V. Stück eines ausgewachsenen Mycelium des Dematium. — Auf Traubensaft. — Am 14. Nov. beobachtet.

bei a. terminal stehende Hefezellen;

bei b. seitlich stehende Hefezellen;

bei c. kleine Höckerchen, denen eine Hefezelle aufsass.

Fig. VI. Ueppig entwickelte Dematium-Pflanze mit Hefesprossungen. — Auf Traubensaft. — Am 17. Dec. beobachtet.

bei a. die fortwachsenden Fadenenden;

bei b. Vacuolen innerhalb des Protoplasmainhalts;

bei c. hervorsprossende Hefezellen;

bei d. kuglige Auftreibung eines Fadens, mit Hefezellen besetzt.

Taf. XXX.

Fig. VII. Weiter entwickeltes Dematium. — Auf Traubensaft. — Am 25. Novbr. beobachtet.

Der Inhalt ist körnig; die Zellmembranen verdickt.

Fig. VIII. Hefezellen des Dematium. — Auf Traubensaft.

1—3. Hefezellen mit homogenem Inhalt.

4—6. Hefezellen mit körnigem Inhalt, grösser.

7—9. Hefezellen eine neue Hefegeneration hervorbringend.

10. Hefezellen mit Sprossungen, körnigem und vacuolenhaltigem Inhalt.

11—12. Hefezellen mit Oeltröpfchen an den Enden.

Fig. VIII a. Auswachseu junger Hefezellen späterer Generationen zu Mycelium-Fäden. — Am 4. Decbr. beobachtet.

1. 5 h 30 m Nmtgs. Hefezelle mit Oeltröpfchen an den Enden.
2. 1 h Nchts. Die Hefezelle ist einseitig zu einem Faden ausgewachsen.
3. 5 h 30 m Nmtgs. Biscuitförmige, getheilte Hefezelle.
4. 1 h Nchts. Die Hefezelle hat sich beiderseits zu Fäden verlängert.

Fig. IX. Weitere Entwicklung der Hefezellen — Auf Traubensaft.

1 u. 2. Biscuitförmige, getheilte grosse Hefezelle; die Membran etwas verdickt, der Inhalt körnig.
3. Dieselbe mit Sprossungen.
4. Hefezellen in 2 Zellen getheilt.
5. „ „ 3 „ „
6. „ „ 4 „ „

Fig. IX. a. Grosse, biscuitförmige Hefezelle mit Keimschlauch. — Auf Traubensaft. — Am 13. Dec. beobachtet.

Fig. X. Letztes Entwicklungsstadium der Hefezellen. — Auf Zuckerlösung. — Am 27. Nov. beobachtet.

Die Hefezellen mit bräunlich-olivengrüner, dicker Membran und grossen Oeltropfen im Innern.

1—4. Biscuitförmige, durch eine Scheidewand getheilte Zellen.
5. In 3 Zellen getheilte Hefezelle.
6. „ 5 „ „ „
7. Getheilte Hefezellen, am einem Ende zartwandig und nicht gefärbt.
8. „ „ „ „ „ „ „ „ „

Fig. XI. Bildung des Keimschlauchs einer ausgebildeten, braunhäutigen Hefezelle. Auf Traubensaft — Am 28. Nov. beobachtet. 24 Stund. nach der Aussaat; bei a. die Keimschläuche.

Fig. XII. Bildung von Keimschläuchen aus ausgebildeten, braunhäutigen Mycelium-Fäden. — Auf Traubensaft. — Am 28. Nov. beobachtet. — 24 Stund. nach Beginn der Cultur.

bei a. die Keimschläuche;
bei b. die braunen Zellmembranen.

Fig. XIII. Auftreten von Hefezellen an den Keimschläuchen der braunhäutigen Mycelium-Zellen. — Auf Traubensaft. — Am 9. Dec. beobachtet.

1. 10 h 30 m Vrmtgs. — 2. 11 h 15 m N. — 3. 12 h 30 m Nmtgs. — 4. 3 h N.

Untersuchungen über die Diffusion der atmosphärischen Gase in der Pflanze und die Gasausscheidung unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen.

Von

Dr. N. C. Müller,
Docent der Botanik in Heidelberg.

(Mit Taf. XXXI.)

Die nachfolgenden Mittheilungen sollen als Einleitung in Untersuchungen angesehen werden, welche ich über einige vielfach bearbeitete Fragen schon anstellte und in kommenden Sommern noch anstellen werde. Die eine Frage nach derjenigen Lichtart, im Sonnenspectrum, welche am energischsten die Kohlensäurezersetzung einleitet, ist die bekanntere. Die zweite ist die nach der Erkenntniss der Gesetzmässigkeiten, nach welchen Gase die Zellmembranen der Pflanzen zu durchsetzen vermögen. Es sind dies Fragen, deren Lösung von hohem physiologischen Intereresse ist.

In der That haben sich mit dieser Frage Forscher fast aller europäischen Nationen beschäftigt. Ich habe hier der neueren Veröffentlichungen von Daubeny, Draper, Cloëz, Knop, Sachs, Wolkoff[1]) und Meyer[2]) zu gedenken. Die grossen praktischen Schwierigkeiten der hier einschlägigen Experimente, die Unvollkommenheit der aus dem physikalischen und chemischen Laboratorium entliehenen Methoden in einer neuen Anpassung an den lebenden Pflanzenkörper, machen die Verwendbarkeit der meisten erhaltenen Resultate sehr klein, wie dies einer der neueren Bearbeiter

1) Pringsheim's Jahrb. Bd. V. p. 1.

2) Dr. A. Meyer, Production von organischer Substanz bei Anschluss chem. wirksamer Strahlen. Abdruck aus Zeitung für landwirthsch. Versuchsstat. Bd. IX. 1867.



in einer ausgedehnten Untersuchung darthut und ausspricht. Sachs[1]) stellte die Frage über die Abhängigkeit der Assimilation der Kohlensäure in einer Form fest, in welcher sie einer wissenschaftlichen Bearbeitung fähig war. Während die früheren Beobachter ein besonderes Gewicht auf die Ausführung exacter Analysen legten, wurde von Sachs nur eine sehr oberflächliche Volumbestimmung der von der Pflanze unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen abgeschiedenen Gase vorgenommen. Die Bearbeiter der hier einschlägigen Aufgaben: Daubeny, Draper, Cloëz, Knop, kamen, wie dies von Sachs besonders hervorgehoben, nicht zu der gewünschten Uebereinstimmung in dem analytischen Theil der Arbeiten. Um so mehr sollte man bei der erneuten und exacter gestellten Frage von Sachs eine Prüfung der analytischen Methoden erwarten. Denn eine Untersuchung von chemischen Vorgängen in der Pflanze, deren Intensität bemessen ist in dem ausgeschiedenen Sauerstoff, mit einem gekannten chemischen Process, der Zersetzung von Chlorsilber durch das Licht, kann erst dann als befriedigend angesehen werden, wenn die Sauerstoffanalysen die bis jetzt gemachten Angaben bestätigen. Die Sachs'sche Methode der Beobachtung müsste eine Stütze suchen in exacten, den Chemiker und Pflanzenphysiologen befriedigenden analytischen Belegen. Nun sind aber die früheren analytischen Angaben meist derart, dass sie bei dem Chemiker Misstrauen erregen, oder sie beziehen sich auf Gasmassen, welche auf eine den Pflanzenphysiologen nicht befriedigende Weise gesammelt wurden. Es fehlt somit der von Sachs nicht beigebrachte Beweis für die Verwendbarkeit seiner Beobachtungsmethode. Die Sachs'sche Methode des Blasenzählens wurde in neuerer Zeit noch angewandt von Wolkoff[2]) und Meyer[3]). In diesen Veröffentlichungen ist der Analyse fast ebensowenig Rechnung getragen. Meyer spricht zwar von einem von Sachs und Wolkoff beigebrachten Beweis; ich gestehe indess offen, dass es mir nicht geglückt ist, einen solchen weder in den Sachs'schen noch Wolkoff'schen Veröffentlichungen zu finden. Vergleicht man die Resultate der früheren Analysen und beachtet man die totale Vernachlässigung exacter chemischer Behandlung der gesammelten Gase, sowie die zum Theil ungenügende photometrische Methode, und die Schwierigkeit aller angewandten photometrischen Methoden in der Anwendung bei einer vergleichenden Untersuchung, so wird man mich nicht der Unbescheidenheit zeihen, wenn ich die

1) Botan. Zeitung 1864.

2) a. a. O. S. 4.

3) a. a. O. S. 400.

Frage über die intensivste Kraftquelle für den wichtigsten chemischen Process in der Pflanze von Neuem bearbeite und mir zunächst die möglichst bestimmte Aufgabe stelle, die Fehlerquellen zu studiren, welche in früheren analytischen Angaben eine Uebereinstimmung nicht erlaubten. Ich muss bezüglich eingehenderer allgemeinerer Literaturangaben auf die Veröffentlichung von Sachs[1]) verweisen und wende mich zur Besprechung der Methoden und deren Verwendbarkeit, bei welcher Gelegenheit der analytischen Angaben früherer Beobachter eingehender gedacht werden soll.

Die Methoden.

Bei den Untersuchungen, welche in der angegebenen Richtung gemacht worden und noch im Gange sind, treten die praktischen Schwierigkeiten in zwei Aufgaben entgegen. Die eine ist das Auffinden der fehlerfreiesten Methode des Aufsammelns der Gase und deren Analyse. Die andere verlangt die Mittel, mit welchen die Beleuchtungsbedingungen, unter welchen die Pflanze lebt, in der Weise variirt werden, dass eine vortheilhafte Behandlung der Resultate in physikalischer und physiologischer Richtung möglich wird. Die eine Aufgabe fordert die Anpassung der gasanalytischen Methode und unserer Kenntniss der Gasdiffusion und Absorption. Die andere fordert die Anpassung spectralanalytischer Methoden.

Ich wende mich zu der Aufgabe, welche in neuerer Zeit am meisten vernachlässigt wurde, es ist dies die erstere und leichtere, ohne deren befriedigende Lösung an die zweite schwierigere doch nicht gedacht werden kann. Die früher angewandten Methoden sollen hier besprochen werden und eine Methode des Gassammelns und der Analyse gefunden werden, welche den exacteren Forderungen entspricht. Soll eine Experimentaluntersuchung schwieriger Fragen für erneute spätere Bearbeitung fruchtbar werden, so ist es geboten, sowohl eine möglichst genaue Schilderung der jedem Experiment unterlegten Voraussetzungen, als auch der Handhabung des Experiments selbst zu geben. Dieses soll in dem Folgenden geschehen. Es kann indess nicht geschehen, ohne Auseinandersetzungen über chemische und physikalische Vorgänge, welche manchmal und hier besonders nicht umgangen werden können, wiewohl gar manches vorausgesetzt werden dürfte. Ich glaube, dass manches, was dem Leser anfangs überflüssig erscheinen mag, später als berechtigt und am Platze gefunden wird, wenn er bedenkt, dass es sich zum Theil um

1) Hofmeister, Lehrb. Bd. IV p. 24 ff., und botan. Zeitung 1864.

ein Referat früherer Veröffentlichungen, zum anderen Theil um die Auffassung der Aufgaben aus einem neuen Gesichtspunkt handelt.

Man hat von jeher die chlorophyllführenden Wasserpflanzen als die geeignetsten Untersuchungsobjecte angesehen. Ich unterwerfe deshalb die hier einschlägigen Beobachtungen einer ersten Betrachtung. Dadurch, dass man bei ihnen immer entscheiden kann, ob die Versuchspflanze in gutem gesunden Zustande ist, scheinen sie einen Vorzug zu verdienen vor der Landpflanze, deren Behandlung weitläufigere Apparate nöthig macht, und bei welcher der Gang der Gasausscheidung nicht leicht controlirt werden kann. An der Gasabscheidung der Wasserpflanze allein schon kann entschieden werden, ob dieselbe in einem normalen Zustand befindlich ist. Aus diesem Grunde ist das Einsetzen von abgeschnittenen Theilen der Landpflanze in mit Wasser gefüllte Recipienten unstatthaft. Daubeny[1]) und neuerdings Meyer[2]) und Cailletet[3]) wandten diese Methode für Landpflanzen an.

Ich wünsche die Athmungserscheinungen, wenn man so sagen darf, oder den Gasverkehr besser gesagt, wie sie in der Landpflanze statthaben, später zu behandeln und hier die Wasserpflanze allein zu betrachten.

I. Das Versuchswasser und die Atmosphäre.

Am geeignetsten ist die Anwendung desselben Wassers, in welchem die zu untersuchende Pflanze gesammelt wurde. Für die Betrachtung der statthabenden wichtigsten Erscheinungen wird ein gläserner Recipient gewählt. Ich habe den von Sachs angewandten Apparat mit einigen Abänderungen angewendet. Es mögen, ehe ich zu der praktischen Frage, wie das Versuchswasser zuzurichten sei, eingehe, einige Bemerkungen hier Platz finden.

Es möge eine lebende Pflanze mit einem Querschnitt am Stengel in luftfreies Wasser gesetzt werden. Es ist gewiss, dass, wenn das Wasser ganz von allen atmosphärischen Gasen befreit gehalten wird, ausser den in den Capillaren enthaltenen gasförmigen Stagnationsproducten keine Gase ausgeschieden werden. Ob unter diesen Umständen bis zum Tode der Pflanze ein lebhafter Wasserstrom hineingeht, ist ungewiss. Die Pflanze wird bald sterben, wie das Experiment zeigt. Wird die Pflanze in ein Wasser gegeben, welches unter dem Partialdruck der Einzelgase in der Atmosphäre mit diesen gesättigt ist, so ist eine merkliche Gasentbindung im Finstern bis

1) Philosophic transact. 1836.

2) a. a. O. S. 402. 3) Compt. rend. 65. S. 323.

jetzt nicht beobachtet. Ueber die Frage, ob unter diesen Umständen ein merklicher Wasserstrom in die Pflanze geht, sind wir ebensowenig unterrichtet. Bei eintretender Beleuchtung im diffusen Tages- oder direkten Sonnenlicht tritt nun ein mächtiger Gasstrom aus dem Versuchswasser in die Pflanze.

Betrachtet ist bis jetzt mit einer für den Pflanzenphysiologen genügend genauen Methode die Intensität dieses austretenden Stromes, bemessen in Blaseneinheiten. Die Gesetze der Gasdiffusion und die physikalischen Methoden wurden hier nur in so beschränktem Maasse ausgebeutet, dass es einem Wunder nehmen muss, wie man überhaupt nur von der vergleichenden Beobachtung eines unter verschiedenen Umständen ablaufenden chemischen Processes sprechen kann, ohne die genügenden analytischen Belege. Da wir ausser vielen nicht übereinstimmenden analytischen Angaben bis jetzt gar keine Vorstellung von der Diffusionsgeschwindigkeit durch pflanzliche Membranen besitzen, will ich annehmen, es gehen im Dunkeln schwache Gas- und Wasserströme in die Pflanze, bei Beleuchtung eben solche intensivere. Im ersteren Falle können dieselben bedingt sein durch Temperaturunterschiede im Pflanzenkörper und dem umgebenden Medium.

Ueber das Aeusserliche der Erscheinung des Gasaustritts ist in früheren Veröffentlichungen das Nöthige nachzusehen. Es wurden bis jetzt nur die aus einer angebrachten Wunde oder aus den Spaltöffnungen entströmenden Gase analysirt. Wie werthlos solche Analysen sind, wenn der Experimentator seine Aufmerksamkeit nicht gleichmässig auf alle Schwierigkeiten vertheilt, wird schon jeder vermuthen, der die analytischen Angaben von Daubeny bis Wolkoff genauer mustert. Ich habe nach mühsamen Vorstudien gefunden, dass der gasometrische Theil der hier zu machenden Untersuchungen wesentlich verschieden von der früheren Methode gehandhabt werden muss, und dass die ersten noch zu lösenden Fragen sind: die Bestimmung des Gasgemisches, welches als reines von der Pflanze ausgeschiedenes Zersetzungsprodukt aufgefangen werden muss; sodann die Bestimmung der Absorptionsverhältnisse der pflanzlichen Membran für die drei wichtigsten atmosphärischen Gase.

Was die Bestimmung der Zusammensetzung des von der Wasserpflanze ausgeschiedenen Gemisches anbelangt, so sammelten und analysirten frühere Experimentatoren mit wenig Rücksicht auf die Herkunft der Gase solche, welche eben irgendwo ausströmen, oder wenn dies nicht ging, solche, welche man herauspumpen kann, und end-

lich solche, die man ausquetschen kann. Die grosse Mehrzahl der vorliegenden Analysen führt uns Gase vor, deren Zusammensetzung für uns gar kein Interesse hat, da solche Gase meist in der Pflanze stagnirten. Seitdem Sachs in dieser Richtung vorgegangen ist, werden mit mehr Recht diejenigen Gase gesammelt, welche unter den Augen des Beobachters ansströmen und als Blasen im Wasser sichtbar werden. Das Volum vergleichsweise zu schätzen in der Zahl der Blasen ist die Aufgabe der Sachs'schen einfachen aber ungenauen und chemisch interessenlosen Methode. Von Wichtigkeit ist selbstverständlich die Zusammensetzung des Gasgemisches, welches in capillaren Intercellularräumen während der Insolation unter bedeutendem Drucke zusammenströmt, und da, wo ein solcher Raum in die Atmosphäre oder ins Wasser mündet, in diese Medien (im Wasser in Form kleiner Bläschen) ausströmt. Ist die fragliche Gasmasse in Form dieser Blase aufzufangen, so hat sie für die chemische Analyse fast kein Interesse mehr, denn aller Voraussicht nach ist sie nicht mehr so gemischt, wie sie es war als sie von dem chemisch wirksamen Zelleninhalt in den Intercellularraum abgeschieden wurde, in welchem sie unter wechselnder, von den Reibungswiderständen abhängiger Geschwindigkeit von den engsten nach der weiteren, von diesen nach den weitesten Capillaren strömte.

Wir wollen annehmen, es wäre möglich die Gasmasse in dem gewünschten Zustand zu sammeln, und man fände dieselbe aus reinem Sauerstoff bestehend. Wenn daraus geschlossen würde, die Pflanze habe dieses ganze Sauerstoffquantum aus aufgenommener Kohlensäure abgeschieden, so wird es geboten sein, zuerst den Beweis dafür zu liefern, dass kein Theil des fraglichen Sauerstoffsquantums aus dem Versuchswasser stamme, in welchem Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff absorbirt sind. Derselbe Einwurf wurde ganz neulich den Cloëz'schen und Van Tieghem'schen Veröffentlichungen von einem anderen französischen Forscher gemacht[1]).

Offenbar könnten exacte vergleichende Untersuchungen über Sauerstoffausscheidung erst dann ausgeführt werden, wenn das in dem Versuchswasser absorbirte Gasgemisch vor und nach dem Versuch gekannt wäre. Es wäre somit gefordert eine Analyse der Gase im Versuchswasser vor dem Einsetzen der Versuchspflanze, eine ebensolche nach Beendigung des Versuchs und die Analyse der in gegebener Zeit und unter bestimmten Beleuchtungsbedingungen gesammelten ausgeschiedenen Gase. Eine solche Methode ist aber

1) Compt. rend. 1867. S. 1114: Lecoq gegen Van Tieghem.

nicht ausführbar, wie jedem einleuchtend sein wird, der die Fehlerquellen kennen gelernt hat, die zu grosse Geduldanstrengungen mit sich bringen. Daraus folgt noch nicht, dass überhaupt befriedigende Resultate erhalten werden können, wenn die Analyse ganz vernachlässigt wird, wie in den Sachs'schen Methoden, die allerdings den Beobachter nicht viel anstrengen und auf diese Weise die Fehler vermeiden lassen, die bei einer zu umfangreichen chemischen Untersuchung mit unterlaufen müssen. Für die Kenntniss des Gasgemisches, welches die Pflanze ausscheidet, konnte die Methode des blossen Blasenzählens, wie sie von Sachs, Wolkoff, Meyer gehandhabt, keinen Aufschluss geben; auch konnte damit eine Erklärung für die Nichtübereinstimmung früherer analytischer Angaben nicht geschaffen werden. Sachs selber will ja auch nur nachgewiesen haben, dass das im Versuchswasser als Blase auftretende Gasgemisch seinem Volum nach sich annähernd so verhält, wie frühere Beobachter sich verhalten sahen: die einzelnen Sauerstoffmengen in diesem Gasgemisch unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen. Setzt man voraus, die Analysen von Daubeny[1], Cloëz[2], Knop[3] hätten ein befriedigendes Resultat ergeben, so ist durch die Sachs'schen Untersuchungen diese Voraussetzung bestätigt. Sollten sich nun aber die früheren Beobachtungen selbst als mangelhaft oder unrichtig herausstellen, so ist eine exacte Uebereinstimmung der Sachs'schen Resultate um so mehr als ein Spiel des Zufalls anzusehen. Vorgreifend will ich nur erwähnen, dass in vielen Fällen die Blasen, welche nach der Sachs'schen Methode abgezählt werden, aus reiner Kohlensäure bestehen. Vorausgesetzt, dass diese Methode streng befolgt wurden so wie sie von Sachs angegeben sind.

Die Aufgabe, die ich mir stellte, präcisire ich nach dem Gesagten, indem ich sage: Die Intensität der von dem grünen Theil der Pflanze ausgeführten Kohlensäurezersetzung soll in ihrer Abhängigkeit von verschiedenem Lichteinfluss untersucht werden, und zwar soll diese Intensität bemessen werden in dem Sauerstoffvolum, welches die Pflanze ausscheidet unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen. Für Wasserpflanzen ist die verlangte Vermeidung des in die Pflanze aus dem Wasser eintretenden Sauerstoffs nur möglich, wenn das Versuchswasser keinen Sauerstoff enthält. Dieser Umstand macht die Behandlung der Aufgabe vor allem sehr schwer.

1) Philosophical Transactions 1836 p. 149.

2) [illegible] und in Knop, Ueber das Verhalten der Wasserpflanzen etc. [illegible]

3) Knop, Ueber das Verhalten der Wasserpflanzen zu Gasen. a. a. O.

Sehen wir zu, ob dieser Vorsichtsmaassregel genügt worden ist, und ob es überhaupt möglich ist ihr zu genügen.

Daubeny, Sachs, Meyer, Wolkoff liessen einen Kohlensäurestrom in luftführendes Wasser gehen, in welchem die Pflanze vegetirte. Cloëz und Gratiolet und Knop wandten bei einem Theil ihrer Versuche zuvor ausgekochtes und dann mit Kohlensäure gesättigtes Wasser an, eine Methode, die der oben gestellten Anforderung genügt und in meinen Versuchen zum grossen Theil derselben befolgt ist. Noch besser würde es sein, ein bestimmtes Gemisch von Kohlensäure und atmosphärischem Stickstoff anzuwenden und aus einem Gasometer in den Recipienten der Pflanze zu leiten.

Ich habe bis jetzt mit Erfolg das ausgekochte und mit Kohlensäure gesättigte Wasser angewandt. Ich verfahre bei der Herstellung des Versuchswassers folgendermaassen: Eine 20—30 Litres haltende Flasche wird mit dem filtrirten Flusswasser, in welchem die Pflanze gesammelt wurde, angefüllt und verschlossen mit einem 2-mal durchbohrten geölten fehlerfreien Kork. Die 2 Oeffnungen im Kork nehmen 2 rechtwinklig gebogene Gasröhren auf, von welchen eine am Boden der Flasche, die andere in der Nähe des Halses über dem Wasserniveau in derselben mündet. Die äussern Enden der 2 Röhren führen Coutchoucröhren mit gutschliessenden Quetschhähnen. Das Wasser wird in der Flasche in einem geeigneten Wasserbad ausgekocht, während das Rohr, welches auf den Boden der Flasche mündet, an seinem Coutchoucschlauch führenden Ende mit einem Kohlensäureapparat in Verbindung ist. Während des Auskochens geht ein continuirlicher Kohlensäurestrom durch das Wasser. Ist das Wasser luftfrei, was an der vollständigen Absorption durch Kalihydrat der alsdann entweichenden Gase erkannt wird, so lässt man es erkalten unter fortwährendem Kohlensäurestrom. Nach dem Erkalten werden beide Quetschhähne geschlossen. Diese Flasche dient als Reservoir für die anzustellenden Versuche, und es kann irgend welche Quantität Wasser daraus genommen werden, wenn ein stets bereit gehaltener Kohlensäureapparat an die andere Röhre angebracht wird. Es wird alsdann mit demselben Strom auf das Flüssigkeitsniveau gedrückt und das Wasser fliesst in den bereitgehaltenen Recipienten.

Durch die Anwendung eines solchen luftfreien Wassers ist die Genauigkeit der Sauerstoffbestimmung den Anforderungen einer vergleichenden quantitativen Untersuchung um etwas genähert. Ueber die Berechtigung und die Erfolge dieser Methode muss ich auf spä-

tere Mittheilungen verweisen. Sehen wir nun zu, wie es mit dem Wasser steht, welches von den früheren Beobachtern angewandt wurde. Das Quellwasser, welches vorher ausgekocht war und sich alsdann mit den atmosphärischen Gasen sättigt, enthält diese in Quantitäten, welche, abhängig von den Partialdrucken der 3 Gase: Stickstoff, Sauerstoff und Kohlensäure in constantem Verhältniss stehen. Würde ein solches Wasser gehörig oft erneuert während der Versuchszeit, so würden hier wohl die besten Resultate zu erwarten sein, vorausgesetzt, dass man kennt: die Geschwindigkeit, mit welcher in Wasser gelöste Gase eine pflanzliche Membran passiren, welche nach beiden Flächen an tropfbar flüssige Medien grenzen. Es verlangt diese Kenntniss diejenige der Absorptionscoefficienten der drei in Wasser gelösten Gase für Zellhäute. Ueber die Gesetzmässigkeit dieser Vorgänge besitzen wir bis jetzt indess nur Vermuthungen. Ich werde später von den Absorptionscoefficienten der drei Gase für die Epidermis zu reden haben. Das zuletzt besprochene Versuchswasser kann in einem von mir angewandten Apparat (siehe Fig. 1) benutzt werden, wenn man in den Cylinder Fig. 1 D 2 Röhren gehen lässt, von welchen eine am Boden des Cylinders, die andere nahe unter dem Wasserspiegel mündet, mittelst ersterer den Wasserstrom von beliebiger Stärke in den Recipienten gehen, mittelst letzterer ihn heraustreten lässt, nach dem Princip des Liebig'schen Kühlers.

Während die Anwendung eines solchen Versuchswassers es möglich gemacht hätte, eine theoretische Einsicht in die Analysen zu nehmen, welche von verschiedenen Beobachtern gemacht wurden, ist die Anwendung irgend welchen Quellwassers zu dieser Einsichtnahme nicht geeignet. Hier waren bei der Aufnahme des Wassers die Gase nicht in dem constanten Verhältniss gelöst wie bei den oben behandelten Wassern. Der Kohlensäuregehalt der Quelle hängt von den partiaren Pressungen der Gase in der Atmosphäre nicht ab, die Sauerstoff- und Stickstoffvolume hängen dagegen von dem in Wasser gelösten Kohlensäurevolum ab.

Man kann bei der Anwendung solchen Wassers nicht die analytischen Resultate der Untersuchung der von der Pflanze ausgeschiedenen Gase beurtheilen, ohne die Zusammensetzung des Gasgemisches in dem Wasser zu kennen, welche Beurtheilung möglich ist, wenn ein Wasser angewandt wurde, desse Gase dem Volum nach gekannt sind und wenn die Absorptionsgesetze der Membran für Gase gekannt sind.

Es ist nun nichtsdestoweniger gewiss, dass die veröffentlichten Analysen, selbst diejenigen, welche von physiologischem Interesse wären, höchst fehlerhaft sind. Ehe ich mich zum Nachweis der Berechtigung dieses Ausspruches anschicke, möchte ich hier die wichtigsten Absorptionsverhältnisse betrachten, welche für den Zustand des Wassers gelten, wie es von den früheren Beobachtern angewandt wurde. Die hier folgenden Angaben geschehen zum Theil, um die Uebersicht über Zahlenverhältnisse zu erleichtern, welche später bei Behandlung der Absorptionsgesetze wichtig sind.

Alle Beobachter leiten Kohlensäure in das Wasser. Dieses war bei wenigen Versuchen (Knop[1]), Cloëz[2])) vorher ausgekocht. Man berücksichtigt die Verhältnisse aller bis jetzt veröffentlichten Methoden, und die durch dieselben geforderten Gasvolumproportionen, wenn Wasser zuerst ausgekocht wird und dann an der Luft so lange stehen bleibt, bis es vollständig mit den atmosphärischen Gasen gesättigt ist. In diesem Zustand enthält es, wie aus den Absorptionsgesetzen folgt, die grösstmöglichsten Mengen von Stickstoff, Kohlensäure und Sauerstoff. Kennt man die Absorptionscoefficienten[3]) α_n α_o α_c der Gase, so ist das Volum jeden solchen Gases in gekanntem Volum Wasser berechenbar für die zur Zeit des Versuchs herrschenden Barometer- und Thermometerstände. Von dem Volumen v_n v_o v_c derselben Gase über dem Wasser unter dem Gesammtdruck P werden absorbirt, wenn g_n g_o g_c die absorbirten Mengen von v_n v_o v_c bezeichnen.

Tafel I.

$$g_n = \frac{\alpha_n P v_n}{760^{mm} (v_n + v_o + v_c)} H.$$

$$g_o = \frac{\alpha_o P v_o}{760^{mm} (v_n + v_o + v_c)} H.$$

$$g_c = \frac{\alpha_3 P v_c}{760^{mm} (v_n + v_o + v_c)} H.$$

wo H das constante Wasservolum bei constantem Thermometerstand und P den herrschenden Barometerstand bezeichnet.

Zur bequemeren Handhabung der analytischen Angaben mögen hier noch 2 Tafeln Platz finden.

---

1) a. a. O.

2) a. a. O.

3) Bunsen, gasanalyt. Methoden: Absorptions-Coefficienten-Tafel.

Tafel II

der Absorptionscoefficienten für Wasser von der Temp. 16 ° C.

$\alpha_o = 0{,}032$

$\alpha_n = 0{,}016$

$\alpha_c = 1{,}184.$

Aus den obigen Gleichungen berechnet sich das dritte einfache Täfelchen unter Annahme constanten Barometerstandes von 760mm und der mittleren constanten Temperatur von 16 ° C.

Tafel III

der in 1000 cc Wasser gelösten Gase.

$g_c = 0{,}09$ Kohlensäure,

$g_n = 6{,}88$ Stickstoff,

$g_o = 12{,}64$ Sauerstoff.

Es möge der Recipient, in welchem die Pflanze des Versuchs halber vegetirt, 1000 cc halten, es möge die Pflanze selbst (Ceratophyllum, Potamogeton spec.) 10 cc Wasser verdrängen. In dem Gasgemisch, welches von der Pflanze ausgeschieden wird, würden sich finden, wenn die Pflanze das Gasgemisch nicht veränderte und der Absorptionscoefficient der Pflanzenmedien (Membran und Zellinhalt) für die 3 Gase gleich wäre dem Absorptionscoefficienten des Wassers für dieselben Gase: 33,333 % Sauerstoff,
66,666 % Stickstoff und nicht bestimmbar kleine Kohlensäuremengen (wenigstens für gebräuchliche Versuchszeiten). Nun aber sind erstens Diffusionsströme in die Pflanze auf die Dauer nicht denkbar, ohne chemische Vorgänge in der Pflanze, und zu obiger Rechnung ist die Bedingung nicht mit Gewissheit erfüllt, dass die Membran dieselben Volume absorbire wie das Wasser. Man kann vor der Hand die analytischen Angaben Daubeny's[1]), Knop's[2]) und Cloëz'[3]) nicht eher als falsch ansehen, als bis die Absorptionsverhältnisse der Gase für die Membran zum mindesten gekannt sind (s. unten über Bestimmung der Absorptionsgesetze der Pflanzenmembran für Gase). Soviel aber steht zum mindesten fest, dass den besagten analytischen Angaben die Untersuchung von Gasgemischen unterlag, welche nach längerer Stagnation aus der Pflanze gewaltsam herausgenommen waren, und nicht die Gasgemische, auf die es bei unserer vergleichenden Untersuchung ankömmt. Dies gilt für alle Stickstoffangaben, welche 66,606 % übersteigen, und um so mehr, wenn nicht das Wasser angewandt wurde, welches wir oben bespra-

1) a. a. O. p. 155. 2) a. a. O. p. 16 ff.
3) a. a. O.



chen und dessen Gasgemisch in der Taf. III angegeben ist, sondern mit Kohlensäure gesättigtes, oder solches, in welches längere Zeit ein Kohlensäurestrom eingeleitet wurde.

Die Daubeny'schen [1]) Angaben über den Stickstoffgehalt des exhalirten Gasgemisches schwanken zwischen 25 $^0/_0$ und 100 $^0/_0$. Diese Angaben sind an und für sich nach Obigem höchst verdächtig. Ueberlegt man aber, dass die Mehrzahl seiner Versuchspflanzen untergetauchte Landpflanzen waren, so wird man wohl mit Recht die Gase als Stagnationsproducte ansehen. Aus der Besprechung der analytischen Methode geht dies mit Gewissheit hervor (s. unten).

Von den zahlreichen Analysen Knop's [2]) können uns nur diejenigen hier interessiren, welche sich auf von der Pflanze freiwillig ausgetretene Gasmassen beziehen. Die aus gequetschten Pflanzentheilen aufgefangenen gehören zu den Daubeny'schen. Für den ersten Fall findet Knop bei Myriphyllum 33 $^0/_0$ Stickstoff und 67 $^0/_0$ Sauerstoff und zwar in einem ausgekochten Wasser, welches mit Kohlensäure gesättigt war. Leider giebt Knop nicht an, ob er vollkommen sicher war, dass das angewandte Wasser ganz frei von atmosphärischer Luft war. Mehrstündiges Auskochen in grossen erfüllten Gefässen ohne Kohlensäurestrom genügt nicht.

Cloëz und Gratiolet [3]) geben in ihren Analysen als Maximum des Stickstoffgehalts im ausgeschiedenen Gasgemisch 72 $^0/_0$, als Minimum 62 $^0/_0$. Bei diesen Experimentatoren ist mit Bestimmtheit von luftfreiem Wasser und der Production von freiem Stickstoff durch die Pflanze gesprochen. Bei denselben Forschern findet sich der Sauerstoffgehalt erstaunlich niedrig, das Maximum und Minimum geht aus den obigen Stickstoffangaben hervor. Knop und Cloëz und Gratiolet absorbiren aus dem aufgefangenen Gasgemisch die Kohlensäure und verrechnen sie in einer fehlerhaften Weise, wie sich aus den unten (S. 496 ff.) behandelten Fehlerquellen ergiebt.

Wolkoff [4]) findet das Maximum des Stickstoffgehaltes (die Pflanze vegetirte in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser) zu 46 $^0/_0$, das Minimum zu 2 $^0/_0$. Hieraus ergeben sich die Sauerstoffprocente zu 54 $^0/_0$ und 98 $^0/_0$, da Wolkoff angiebt, er habe die Kohlensäurequanta vernachlässigen können.

Je längere Zeit in mit atmosphärischer Luft gesättigtes Wasser ein Kohlensäurestrom unterhalten wird, um so ärmer wird das Was-

1) a. a. O. p. 155. 2) a. a. O. p. 15 ff.
3) a. a. O. (Knop p. 4.)
4) Pringsheim's Jahrb. Bd. V. p. 18.

ser an den Gasen, die in der Atmosphäre die Hauptbestandtheile ausmachen. Der endliche Gleichgewichtszustand zeigt das Wasser unter diesen Verhältnissen frei von Sauerstoff und Stickstoff, und mit Kohlensäure gesättigt unter dem Drucke des herrschenden Barometerstandes, dafern der Kohlensäurestrom so stark war, dass eine Schicht Kohlensäure über dem Recipienten gelagert bleibt. Doch wird dieser Gleichgewichtszustand erst nach längerer Zeit herbeigeführt. Diese Dauer ist abhängig, ausser der Stromstärke, von der Bewegung des Wassers im Gefäss, des Gefässes Grösse (resp. der Wassermasse in demselben) und den Temperaturschwankungen. Immerhin nimmt der oben angegebene Procentgehalt von Sauerstoff und Stickstoff ab, namentlich rasch, wenn die Temperatur steigt, wie das bei der Insolation des die Pflanze enthaltenden Recipienten immer der Fall ist. Die hohen Procentsätze von Sauerstoff und Stickstoff werden deshalb um so unwahrscheinlicher sein, je höher das Wasser mit Kohlensäure gesättigt angewandt wurde.

Ich möchte einen mittleren Werth aus den Wolkoff'schen Analysen anführen, den Werth von 25 % Stickstoff, um eine Vorstellung von der handgreiflichen Unwahrscheinlichkeit zu geben für den mächtigen Diffusionsstrom von Stickstoff in die Pflanze. (S. die obigen Angaben von Knop, Cloëz und Daubeny: Maximalwerthe für Stickstoff.)

Nehmen wir den günstigsten Fall von 66 % Stickstoff im Wasser an, welcher nicht angetroffen wird, wenn Kohlensäure in das Wasser geleitet wird, und geben einer Ceratophyllumpflanze, welche 10 cc Wasser verdrängt, einen Recipienten, welcher 1000 cc Wasser enthält, so stehen der Pflanze 12 cc Stickstoff zur Verfügung. Leiten wir, während der Recipient und die Pflanze insolirt werden, einen Kohlensäurestrom in das Wasser, wie das von allen Forschern geschehen, so sind wir sicher, dass, von dem Moment der Kohlensäureeinleitung an, der Pflanze höchstens noch die besagten 12 cc Stickstoff verfügbar sind. Bei Beleuchtung in nicht directem Sonnenlicht scheidet die genannte Pflanze (von 10 cc Volum) annähernd 4 cc Gas aus im Verlauf von $^1/_2$ Stunde. In derselben Zeit scheidet sie also nach den Wolkoff'schen Angaben 2 cc Stickstoff aus. In 3 Stunden hat die Pflanze die 12 cc verfügbaren Stickstoffs ausgeschieden. Von nun an könnte sie nur noch Sauerstoff und Kohlensäure ausscheiden, wenn man annimmt, dass die Pflanze selbst freien Stickstoff nicht producirt. (Die Voraussetzung, dass die Atmosphäre die durch den continuirlichen Kohlensäurestrom gebildete Kohlensäureschicht



über dem Wasserspiegel nicht durchbricht, ist im Experiment vollkommen realisirt.) Nimmt man ein Wasser, in welches vorher schon ein Kohlensäurestrom unterhalten war, so war das verfügbare Stickstoffvolum kleiner und demgemäss noch eher aus dem Wasser entfernt. Es ist aus diesem ersichtlich, dass sowohl bei Wolkoff, als auch bei den früheren Analysen, entweder in der Sammelmethode, oder der Art und Weise der Behandlung des Recipienten, oder endlich in der Behandlung der Analyse selbst, Missgriffe gethan wurden. Soviel ist gewiss, selbst ehe eine Bestimmung des möglicherweise sehr hohen Absorptionscoefficienten der Membran für in Wasser gelösten Stickstoff vorgenommen ist, dass die analytischen Angaben im Vergleich mit einander an der geringst möglichen Uebereinstimmung leiden. Ich kann getrost behaupten, noch ehe ich mit analytischen Belegen hervortrete, dass überall da, wo es sich in den citirten Veröffentlichungen um Gasmassen handelt, welche in Folge lebhafter chemischer Thätigkeit in dem Pflanzenkörper entbunden werden, der Sauerstoffgehalt des analysirten Gemisches zu niedrig, der Stickstoffgehalt zu hoch angegeben ist, und der Kohlensäuregehalt in der verkehrtesten Weise entweder vernachlässigt oder doch ebenso gedeutet wurde. Es finden diese Angaben eine Erklärung in den unten abgehandelten Absorptionsverhältnissen und Diffusionserscheinungen der pflanzlichen Membranen für Gase.

Der Kohlensäureapparat.

Aus dem oben beschriebenen Reservoir für ausgekochtes Kohlensäurewasser wird ein Glascylinder von genügender Weite gefüllt in der Weise, dass das Zuleitungsrohr für das Wasser am Boden des fraglichen Cylinders mündet. Aus dem Reservoir wird das Wasser, wie oben angegeben, mittelst eines Kohlensäurestromes gedrückt. Ist der Cylinder (Fig. 1) gefüllt, so wird in das Wasser desselben sofort ein Kohlensäurestrom geleitet, welcher, so lange der Versuch dauert, continuirlich ist. Ich wählte zum Kohlensäure-Entbindungsapparat den in Fig. A, B abgebildeten. B der Theil, welcher den Marmor aufnimmt, eine Wulf'sche Flasche, deren Boden bis 2″ hoch mit Glasscherben bedeckt ist; unter diesen Glasscherben mündet das Rohr, welches die verdünnte Salzsäure aus der mit Glashahn versehenen Kugel A zuleitet. Ueber den Glasscherben befindet sich der Marmor. Diese Zuleitungsröhre kann ausgezogen werden wie ein Fernrohr mittelst zweier in einander geschobenen und durch einen durchbohrten Kork verbundener Röhrenstücke (bei b). Dadurch kann die auf

das Flüssigkeitsniveau in A drückende Säule von Salzsäure verschieden hoch gestellt werden. Hierdurch und durch einen bei (c') angebrachten Quetschhahn kann dem Strom eine beliebige Intensität gegeben werden. Aus dem Waschgefäss geht die Röhre C durch einen Kork unter das Niveau des Kohlensäurewassers und mündet wenige Linien unter dem Spiegel. Bei der Anwendung des Versuchswassers in (E), dessen Herstellung oben besprochen wurde, braucht der Kohlensäurestrom nur eine Kohlensäureschicht über dem Wasserspiegel zu unterhalten. Soll der Apparat eine in einem cylindrischen Gefäss befindliche Wassermasse mit Kohlensäure sättigen, so lässt man das Rohr bis an den Boden des Gefässes gehen und regulirt den Säurespiegel mittelst der oben besprochenen Vorrichtungen. In beiden Fällen kann der Apparat so hergerichtet werden, dass er Tage lang sich selbst überlassen bleiben kann, ohne dass der Kohlensäurestrom unterbrochen wird. Man spart mit diesem Apparat viel Mühe und Zeit, welche mit öfteren Ausleerungen und Wiederfüllungen verloren geht. Für noch schwächere Kohlensäureströme ist der Bunsen'sche[1]) Apparat der zweckmässigste, zeitersparendste und reinlichste.

Der Recipient.

Als den Behälter, welcher die Versuchspflanze aufnehmen soll, bezeichnete ich schon den oben besprochenen Cylinder, in welchem ein continuirlicher Kohlensäurestrom unterhalten wird. In die Mündung dieses wird nach der Füllung ein dreifach durchbohrter Kork gelassen, welcher nicht dicht zu schliessen braucht. In die 3 Bohrlöcher werden vorher eingelassen und bleiben einmal für allemal mit dem Kork in Verband: das Thermometer (t) die Zuleitungsröhre für Kohlensäure und der Behälter endlich, welcher die Pflanze aufnimmt. Es ist dieser eine möglichst weite, dünnwandige Röhre, unten am weiten Ende (bei E) offen, oben glockig verengt und an der offenen Mündung mit einem Coutchoucrohr (von nicht vulcanisirtem Coutchouc) verbunden. Dieses Coutchoucrohr trägt einen gutschliessenden Quetschhahn.

Ist die Pflanze (nach der Sachs'schen Methode mit einem Querschnitt am Stamm versehen) so in diese Glocke gebracht, dass der Querschnitt nach dem Coutchoucrohr liegt, so wird der Kork mit den 3 genannten Theilen eingelassen, die Glocke (E) durch Oeffnen

1) Bunsen, gasometrische Methoden.

des Quetschhahns und Saugen an dem Coutchoucrohr gefüllt, eine leichte Manipulation, die endet, wenn das Wasser in den Mund des Beobachters fliesst; alsdann schliesst der Quetschhahn und quetscht die in dem Coutchoucschlauch befindliche Wassersäule entzwei. Durch diese äusserst leicht zu handhabende Vorrichtung ist die Pflanze und das sie umgebende Wasser vollkommen von der Atmosphäre abgehalten. Das nach aussen abgequetschte Ende der Wassersäule in dem Coutchoucrohr, bei c''', wird mittelst einer Coutchoutspritze mit langer Canule durch Quecksilber ersetzt. Während der Versuchszeit steht der Spiegel des Wassers im Innern des auf die erwähnte Weise abgesperrten Gefässes höher als im äussern, über dem Spiegel des äussern ruht vermöge des continuirlichen Kohlensäurestroms fortwährend eine Kohlensäureschicht. Liegt der Querschnitt des Pflanzenstammes im innern Gefäss mehrere Zoll unter dem Wasserspiegel desselben, so befindet sich die Pflanze, insofern die Gase, welche aus ihrem Querschnitt entströmen, eine Wasserschicht zu durchsetzen haben, in ähnlicher Lage wie in dem Sachs'schen Recipienten[1]). In unserem Recipienten sammeln sich die Gasmassen an dem Quetschhahn, der Spiegel im innern Gefäss sinkt allmählich.

Es ist, nachdem man durch Probiren das zur Analyse nöthige Gasvolum kennen gelernt hat, leicht, durch Anbringen eines geeigneten Gasometers bei dem Coutchoucschlauch (c''') das Gas durch Oeffnen des Quetschhahns überzufüllen. Ehe ich mich indess zu dieser Operation wende, möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass die Lage des Querschnitts der Pflanze, aus welchem das Gas fliesst unter dem Niveau des Kohlensäurewassers, diejenige ist, welche bei allen früheren Experimentatoren angetroffen wird. Bei dem Versuch, wie ich ihn bis jetzt schilderte, und allen früheren, kam das von der Pflanze ausgeschiedene Gas mit Wasser des Recipienten in möglichst nahe Berührung. Die Folge davon kann sich freilich erst in der Analyse der Gase zeigen. Die ungemein geringe Uebereinstimmung in den analytischen Angaben in den Veröffentlichungen, ehe die Methode von Sachs eingeführt wurde, finden zum grossen Theil ihre Erklärung in der Vernachlässigung dieser Fehlerquelle. Bei allen nach der Sachs'schen Methode gehandhabten Untersuchungen kann sich diese selbstverständlich nicht geltend machen. Die Experimentatoren, welche diese Methode angewendet, würden nicht wenig erstaunen, wenn sie bei der Analyse der in verschiedenen Lich-

1) Botan. Zeitung 1864.

tern gesammelten Gasblasen nicht allein keine constanten Sauerstoffvolume, sondern, wenn sie auch in 3—6 cc der gesammelten Gase keine messbaren Sauerstoffvolume angetroffen hätten.

Das Ueberfüllen der Gase.

Es handelt sich darum, die in dem Innern der Glocke (Fig. 1 E) abgeschiedenen Gase nach Ablauf der Versuchszeit in einem geeigneten Gefäss aufzufangen, so dass sie weder mit atmosphärischer Luft, noch auch mit bedeutenderen Wassermassen in Berührung kommen. Es stehen die Gase vor dieser Manipulation unter einem Druck, der gleich ist dem herrschenden Barometerstand weniger dem Druck der Wassersäule in dem innern Gefäss über dem Niveau der Flüssigkeit im äussern Gefäss. Kann der innere Cylinder aus der angegebenen Stellung so verschoben werden, dass das Niveau der Flüssigkeit in dem äusseren Cylinder höher ist als das im inneren Cylinder, so steht nun das Gasgemisch unter höherem Druck als der der Atmosphäre, und wird dementsprechend, wenn der Quetschhahn bei Fig. 1 c‴ geöffnet wird, in einen geeigneten Gasometer abfliessen. Man würde zu dem Zwecke an das mit Quecksilber gefüllte Ende des Coutchouchahns (Fig. 1 c‴) ein dünnes, vorher mit Quecksilber gefülltes Rohr ansetzen, dessen anderes Ende unter dem Quecksilberspiegel der Wanne und unter dem mit Quecksilber gefüllten Messrohr mündet. Alsdann würde man den Quetschhahn nach der hergestellten Verbindung des Coutchoucrohrs mit dem mit Quecksilber gefüllten Ableitungsrohr öffnen und den inneren Cylinder senken, bis alles Gas in den Messapparat übergetreten ist. Ist dies geschehen, so schliesst man den Quetschhahn bei Fig. 1 c‴ und entfernt das die Ueberleitung vermittelnde Rohr. Diese Methode ist da anwendbar, wo es sich nicht um eine Häufung von Untersuchungen handelt. Sollen mehrere Gasmassen gesondert, von $^1/_2$ Stunde zu $^1/_2$ Stunde gesammelt werden, so ist diese scheinbar einfache Methode wegen der Unzulässigkeit des Transports des Apparates (Fig. 1) nach dem sogenannten Quecksilbertisch, wo sich die zur Analyse nöthigen Geräthe finden, unzweckmässig.

Ich bediente mich mit Vortheil eines Gefässes, welches dem Bunsen'schen[1]) Quecksilbergasometer nachgebildet ist, zum Ueberfüllen. Ein starkes Glasrohr von 10 mm Weite wird 2 mal rechtwinklig gebogen (Fig. 2). Der eine Bug behält die Weite des Rohrs,

---

1) Bunsen, gasometrische Methoden p. 22.

der andere, längere, wird dünner ausgezogen. Beide Biegungen müssen musterhaft ausgeführt sein, namentlich muss auf eine genügende Wandstärke besonders geachtet werden, soll der Apparat nicht zu einer Zeit zerbrechen, wo mehr als sein Werth verloren ginge. In das weitere Ende (Fig. 2 A) wird ein durchbohrter fehlerfreier Kork eingelassen, welcher zuvor mit rasch trocknendem Lack überzogen war. Durch das Bohrloch wird eine zweite rechtwinklig gebogene Röhre quecksilberdicht eingesetzt. Durch einen daran befestigten Trichter wird der Apparat ganz mit Quecksilber gefüllt. Das engere Rohr e' ist etwas länger. An dem ausgezogenen Ende des Rohrs e wird ein Coutchoucschlauch gut befestigt. An diesem Coutchoucschlauch wird ein passender Hahn angebracht. Der in jeder Beziehung für unsern Zweck dienlichste ist der leichtest herstellbare und zu handhabende Coutchouc-Quetschhahn [1]), der hergestellt ist, wenn man bei c c, Fig. 2 einen massiven Glasstab einschiebt, welcher das Lumen des Schlauchs vollständig und ohne viel Dehnung des Schlauchs verstopft. Ein solcher Hahn bleibt einmal für allemal mit diesem Apparat verbunden. An das freie Ende des Coutchoucschlauchs fügt man festschliessend ein kurzes Glasröhrchen ein, welches beiderseits offen ist. Dieses Glasröhrchen, der Coutchouchahn und das aneinandergefügte System rechtwinklig gebogener Röhren bildet ein Ganzes, welches, von einem geeigneten Stativ getragen, den Quecksilbergasometer vorstellt. Der Coutchouchahn wird bei der Füllung des ganzen Apparates mit gefüllt, indem man bei e, Fig. 2 so lange Quecksilber einfliessen lässt, bis es an dem geöffneten Coutchouchahn bei t ausfliesst. Der Apparat ist zur Aufnahme des in D Fig. 1 befindlichen Gases bereit, wenn diese Füllung geschehen und das Röhrchen t Fig. 2 angefügt ist an den mit Quecksilber gefüllten Theil des Coutchoucrohrs im Apparat Fig. 1. Die Gasmasse gränzt dann an eine continuirliche Quecksilbermasse von c''' in Fig. 1 bis an den Spiegel im Röhrenende in Fig. 2. Es wird alsdann der Mohr'sche Quetschhahn bei $c_{'''}$ Fig. 1 geöffnet (dieser dem Apparat Fig. 1 angehörige Hahn wird immer zuerst geöffnet und zuerst geschlossen). Der Beobachter hält alsdann in der rechten Hand ein kleines Gefäss und legt mit derselben Hand den Arm e, Fig. 2, welcher um den Bug A drehbar ist, so um, dass Quecksilber in das genannte Gefäss fliessen kann, während die linke Hand durch einen mit Zeigefinger und Daumen zu übenden Druck den Coutchouchahn öffnet. Es kann dieser Hahn beliebig weit geöffnet werden, so dass man das Gas aus dem Reci-

1) Bunsen, gasometrische Methoden p. 14.

pienten E Fig. 1 in jeder beliebigen Quantität in den Gasometer saugen kann, was noch durch die Neigung des einen Schenkels des Gasometers beliebig regulirt wird. Ist die Ueberfüllung vorgenommen, so ist das Gasvolum in dem Gasometer mit Entfernung der linken Hand vom Coutchouchahn abgeschlossen. Soll nun die in der allernächsten Zeit von der Pflanze ausgeschiedene Gasmasse auch gesammelt werden, so wird zuerst wieder der Mohr'sche Hahn bei $c_{\prime\prime\prime}$ Fig. 1 geschlossen, sodann erst der gefüllte Gasometer bei Seite gestellt. Die Ueberfüllung nimmt von der Zeit eines Beobachters nicht 5 Minuten weg. Ich setzte mich in Besitz von 6 solchen kleinen (jeder) 30 cc haltenden Gasometern, welche, gleichzeitig gefüllt und ein für allemal mit Stativen versehen, leicht transportabel sind und das Sammeln von 6 verschiedenen Gasmassen innerhalb 2 Stunden erlauben. Es kann auf diese Weise allein das zu vergleichenden analytischen Untersuchungen nöthige Material geschafft werden, welches den Anforderungen unserer Frage entspricht, ohne dass der Beobachter genöthigt ist, seine Sammelei durch Analysen unterbrechen zu müssen. Unter der Erwähnung von Vorsichtmassregeln bei der Herstellung und im Gebrauch des kleinen Gasometers brauche ich kaum darauf aufmerksam zu machen, dass die Röhre bei $e_{\prime}$ Fig. 2 nicht unter 3 mm Weite haben darf, soll der Apparat bequem zu füllen sein, sodann dass bei der Ueberfüllung dieselbe Röhre nicht ganz bis zur Horizontalen geneigt werden darf, soll nicht die Gefahr eintreten, dass atmosphärische Luft vom Trichter aus in den Gasometer steige.

Die Fehlerquellen, welche auf Diffusionserscheinungen beruhen.

Soviel mir bekannt und soviel ich aus den mir vorliegenden Veröffentlichungen entnehmen kann, haben sämmtliche Beobachter die Versuchspflanze (Wasserpflanze) vollständig unter Kohlensäurewasser getaucht. Je nach den verschiedenen Zuständen des Versuchswassers, welche oben besprochen, oder den normalen oder abnormalen Verhältnissen im Leben der Pflanze, welche beobachtet wird, oder endlich nach der Genauigkeit, mit welcher die Analysen ausgeführt, werden die Resultate verschiedener Beobachter sehr wenig übereinstimmen. Die Analysen der Gase, selbst wenn diese auch von allen verschiedenen Beobachtern mit gleicher Exactheit ausgeführt wären, müssten doch, je nach den Voraussetzungen derselben über den Gasverkehr in und um die Pflanze, verschiedenen Werth für den Physiolo-



gen haben. Sollten diese auffälligsten Verschiedenheiten in den analytischen Resultaten der hierher gehörigen Veröffentlichungen nicht vorhanden sein, so wäre zunächst die Bedingung zu erfüllen, dass alle Beobachter gleiche Vorussetzungen machten, die ihrem Experimente zu Grunde liegen. Ja was die Analyse des aus 3 verschiedenen Gasen bestehenden Gemisches betrifft, welches die verschiedenen Chemiker von Daubeny bis Meyer untersuchten, müsste fast vorausgesetzt gewesen sein, dass alle Beobachter die gleiche Ansicht von der Herkunft des Sauerstoffs, des Stickstoffs und der Kohlensäure (in ihrem Gemische) gehabt hätten, sollten die genannten auffälligen Differenzen wegfallen. Dasselbe gilt für die Methoden, welche zur Erkenntniss der Gegenwart der 3 Gase in dem Gemisch führen.

Die allgemeinsten hierher gehörigen Betrachtungen, welche dem Experiment vorausgehend hier angestellt sein mögen, sind etwa folgende, wenn wir die Einfachheit annehmen, das Wasser, welches die Pflanze umspült, enthalte von den atmosphärischen Gasen nur Kohlensäure gelöst, und die beleuchtete Pflanze scheide reines Sauerstoffgas aus:

1) Die untergetauchte Pflanze entbehrt eines Intercellularraum-Systems (und der Spaltöffnungen): der Kohlensäurestrom aus dem Wasser in die Pflanze geschieht durch moleculare Canäle oder wird in der Membran gelöst wie in einer Flüssigkeit, nach Gesetzmässigkeiten, die in einem Absorptionscoefficient der Membran für Kohlensäure vielleicht ihren Ausdruck finden. Der Sauerstoffstrom aus der Pflanze geht (mit Gewissheit bei einzelliger Pflanze) durch dieselbe Membran in entgegengesetzter Richtung. Beide Ströme kreuzen sich in der Membran. Was auch die Ursache dieser beiden Ströme sein möge, es lässt sich dieser Vorgang in der Membran nach den bekannten Methoden für dialytische Untersuchungen behandeln. (Siehe nächsten Abschnitt.)

2) Die unverletzte untergetauchte Pflanze besitzt ein Intercellularraum-System, bestehend in engsten, weiteren und weitesten Capillaren, welche nur Gase führen; die Mündung dieses zusammenhängenden Systems sind die Spaltöffnungen. (Ueber die Verhältnisse der Mündung solcher Spaltöffnungen in Atmosphäre oder Wasser s. H. v. Mohl, Botan. Zeitung.) Wie in diesem Fall die Verhältnisse der zwei entgegengesetzten Ströme liegen, darüber sind wir noch mässig unterrichtet. Ich denke mir hier, um eine allgemeine Voraussetzung zu machen, folgendes Schema: Die untergetauchte Pflanze besitze nur eine einzige weitere intercellulare gasführende

Capillare, deren Mündung ins Wasser eine einzige Spaltöffnung vorstellt. Diese Pflanze selbst sei nur ein wenigzähliger Complex von Zellen, die freien Aussenflächen derselben bilden eine continuirliche Zellhautfläche mit Ausnahme der einzigen Spaltöffnung: der Sauerstoffstrom aus der Pflanze geht, wie bekannt, aus der capillaren Spaltöffnung, in Gestalt kleiner Bläschen wahrnehmbar, in das die Pflanze umgebende Medium (Wasser). Ich nehme an, der Kohlensäurestrom von dem äusseren Mittel ins Innere der Pflanze sei ein Diffusionsstrom durch die Membranen.

3) Die untergetauchte Pflanze ist eine der Versuchspflanzen wie sie von Sachs, Wolkoff, Meyer u. a. angewandt wurde, mit einer die weitesten Capillaren öffnenden Wunde am Stamm. In der Natur entstehen ähnliche Wunden durch Sturm und Wellenschlag. Man wird der Anbringung solcher Wunden keinen Einwand in den Weg legen. Ich darf wohl sagen, dass, wenn man die Anbringung des Querschnitts weigerte, eine exacte Untersuchung der ausgeschiedenen Gase vollends unmöglich wäre: der Sauerstoffstrom geht durch die Wundstelle (oder in seltenen, leicht verständlichen Fällen durch die engste Capillare, durch die Spaltöffnung). Der Kohlensäurestrom ist ein Diffusionsstrom.

Der Fall 3 wird im Experiment ausgebeutet bei Bestimmungen der Gasvolume, oder solchen Untersuchungen, welche sich die Analyse der Gase zur Aufgabe machen. Die durch den besagten Querschnitt gehenden Blasen reinen Sauerstoffs (unserer Annahme nach) lassen sich zählen, auffangen und messen. In 3 hat der Strom die geringsten Widerstände zu überwinden, grosse Blasen steigen durch das Versuchswasser. In 1 und 2 tritt der Sauerstoff langsam aus, sammelt sich in Form kleiner Blasen, welche mehr oder weniger hartnäckig an der Spaltöffnung oder an der durchströmten Membran haften.

Es ist nun einleuchtend, dass das in 1 und 2 gesammelte Gasgemisch am meisten Kohlensäure enthält, das in 3 gesammelte am wenigsten. (In allen drei Fällen soll aber wie oben vorausgesetzt sein, dass die Pflanze nur Sauerstoff abscheide und dass sie untergetaucht sei. Die Fälle 1 und 2 kommen bis jetzt in analytischen Veröffentlichungen der letzten Zeit nicht in Anwendung. Die in diesen gesammelten Gase würden ihrer Zusammensetzung nach vollkommen uninteressant sein. Der Fall 3, welcher in den meisten Veröffentlichungen ausgebeutet wurde, soll hier betrachtet werden. Hier werden wir die geringste Verunreinigung durch Kohlensäure aus dem

…er zu befürchten haben und die genauesten Aufschlüsse
…nde Fehlerquelle erhalten. Dabei gilt das folgende
…is jetzt veröffentlichten Methoden der letzten Zeit
…oben).
…ebenen Apparat (Fig. 1) wurden die Ver-
…demersum, Potamogeton natans, crispus
…aber auf ihre Sauerstoffausscheidung
…ei dem Einsetzen der Pflanze so verfahren,
… abgeschnittenen Stämme mit dem nach oben
… untertauchten. Ich sammelte nach oben angege-
…ie Gase und versuchte diese zu messen, nach Ueber-
…Absorptionsrohr (quecksilbergefüllt), und wieder zu messen
Absorption durch Kalihydrat [1]) (Kalikugel am Platindraht).
… Mehrzahl der Fälle fand ich, was den Rückstand anbelangt, der
…us Sauerstoff (oder Sauerstoff und Stickstoff?) bestehen müsste, so klein gegenüber der angesammelten Gasmenge, dass an eine genaue Bestimmung nicht zu denken war. In der Mehrzahl der Fälle ist bei den verschiedenen Lichtern, welche Sachs anwandte, nachweisbar, dass die Angaben von Sachs, was die Volumina anbelangt, richtig sind, dagegen zeigt sich ebenso gewiss, dass die Methode nicht erlaubt, eine Variabilität des Sauerstoffgehalts in dem entsprechenden Volumen wahrzunehmen. Ich wünsche analytische Belege hierfür später zu geben, sowie die Beschreibung der photometrischen Methoden. Die folgenden Angaben beziehen sich auf Durchschnittswerthe von 10 Versuchsreihen. In jeder einzelnen Versuchsreihe ist Ceratophyllum demersum in denselben farbigen Medien wie bei den Sachs'schen Versuchen gehandhabt, mit den oben beschriebenen Apparatabänderungen. Zu dem Cylinder (Fig. 1 D, E) passen 3 weitere, welche die farbigen Lösungen oder Wasser aufnehmen, und zwar für

Abtheilung I (reines Wasser);
„ II Doppelt chromsaures Kali in conc. Lösung;
„ III Schwefelsaures Kupferoxydammoniak (eine der verdünnten Lösung, wie sie von Sachs angewandt, ähnliche).

Die genannten Mittelwerthe der Volume [2]) verhalten sich:

I 6 cc II 4 cc III 1,5 cc

in der halben Stunde von einer und derselben Pflanze, welche selbst

1) Bunsen, gasometrische Methoden S. 87.

2) Botan. Zeitung 1864.

20—25 cc verdrängt. Nach der Absorption der Kohlensäure sollte man in I den grössten, in III den kleinsten Sauerstoffrückstand erwarten. Es ergiebt sich nun aber, dass der Sauerstoffgehalt in III kleiner oder grösser sein kann als in II und I. Für die Mehrzahl der Beleuchtungs- und Wärmeverhältnisse, wie sie in dem Experimente herstellbar sind, zeigt sich, dass der Sauerstoffgehalt in allen 3 Abtheilungen verschwindend klein sein kann, so dass nur an eine Schätzung gedacht werden kann nach den heutigen Methoden. Gleichwohl hat die Pflanze in der gegebenen Zeit weit mehr Sauerstoff ausgeschieden. Ich erwähnte früher, dass die ganze Sauerstoffmenge gefunden würde, wenn ausser der Analyse der ausgeschiedenen Gase noch die Bestimmung des Sauerstoffs im Wasser vorgenommen würde, in welches Wasser die Pflanze das Gas ausschied. Es geht aus meinen soeben gemachten Angaben hervor, wenn wir sie einstweilen, bis der experimentale Beweis dafür geliefert, als richtig annehmen, dass der Beweis für die Anwendbarkeit des Sachs'schen Methode bis jetzt nicht geliefert werden kann. Es ergiebt sich dann ferner für alle die Analysen, bei welchen man die Absorption des von der Pflanze ausgeschiedenen Gases durch das Versuchswasser vernachlässigt hat, nach den Absorptionsgesetzen, dass alle bisherigen Sauerstoffangaben zu niedrig sind, was schon die oben gemachten Angaben vermuthen liessen.

Daubeny's[1]) höchster Procentsatz ist für Sonnenlicht 44 $^0/_0$, der niederste 0 $^0/_0$ (wo 100 $^0/_0$ Stickstoff ausgeschieden werden sollen).

Cloëz und Gratiolet[2]) finden lufthaltigem Wasser 37 $^0/_0$ als höchsten, 27,3 $^0/_0$ als niedersten Procentsatz für Sauerstoff.

Dieselben für luftfreies Wasser 97 $^0/_0$ als höchsten, 84,30 als niedersten. Hier wurde wahrscheinlich auch die Kohlensäure vorher absorbirt, deshalb haben diese Zahlen für uns gar keinen Werth, sowenig wie die Daubeny'schen.

Wolkoff[3]) findet 98 $^0/_0$ als höchsten, 46 $^0/_0$ als niedersten Procentsatz für Sauerstoff.

Ich will nun zeigen, dass diese Nichtübereinstimmng ausser der selbstverständlichen Nichtübereinstimmung in den Beleuchtungsbedingungen begründet ist in Diffusionserscheinungen um die Gasblase, welche sich im Fall 3 (S. 498) von dem Querschnitt ablöst und durch das Wasser aufsteigt, so dass, wenn die Gasmasse im Innern der

1) a. a. O. p. 153.

2) a. a. O.

3) a. a. O.

weiten Capillare annahmsweise noch reiner Sauerstoff war, dieselbe mehr oder weniger mit Kohlensäure (oder allgemein mit den im Wasser absorbirten Gasen) verunreinigt ist, wenn sie über dem Wasserspiegel ankommt. Wir behandeln der Einfachheit wegen luftfreies, kohlensäuregesättigtes Wasser, und betrachten die Absorptionsgesetze, welche gelten, wenn wir den Apparat (Fig. 1) mit diesem Wasser füllen und die Pflanze jede Secunde eine Blase reinen Sauerstoffs am Querschnitt abgiebt. Wir nehmen während der ganzen Zeit unserer Betrachtung die Temperatur constant an, und ebenso den Barometerstand. Es ist alsdann die Kohlensäuremenge, welche in dem Wasser gelöst ist, zu berechnen aus dem Absorptionscoefficienten, dem Volum V des Wassers und dem Barometerstand P. Bei der Annahme der constanten Thermometer- und Barometerstände ist das Volum der absorbirten Kohlensäure ein constantes, bis die erste Sauerstoffblase auftritt. Von nun ab wird das Volum der absorbirten Kohlensäure mit dem Volum des Sauerstoffs in der Blase variabel. Nach einiger Zeit aber wird sich ein Gleichgewichtszustand herstellen, d. h. die Volume der beiden Gasarten in dem Wasser sind constant geworden und das Gasgemisch über dem Wasser (in dem Apparat Fig. 1) hat auch eine constante Mischung. Es sind nun aber im Wasser 2 Gase absorbirt und 2 verschiedene befinden sich in dem Raum der abgeschiedenen Blase, in welchem ursprünglich nur Sauerstoff war. Wir betrachten den Vorgang nur für das Auftreten einer Blase am untergetauchten Querschnitt, und nehmen das Intervall zwischen dem ersten Auftreten dieser und dem ersten Auftreten der nächsten Blase (= 1 Secunde) als hinreichend gross, damit der besprochene Gleichgewichtszustand eintreten kann. Wir nennen das ursprüngliche Volum des Sauerstoffs, noch ehe eine Diffusion eintritt, v_o, und dasjenige der Kohlensäure in bestimmter Menge (1000 cc in dem Apparat Fig. 1) v_c, P den Barometerstand oder Gesammtdruck, unter welchem die 2 Gase stehen, wenn die erste Blase sich bildet. War das Wasservolum H vorher mit Kohlensäure allein gesättigt, so ist es, nachdem der Gleichgewichtszustand hergestellt ist, gesättigt durch x_o, und x_c die Volume der beiden Gasarten, welche absorbirt sind; diese Werthe x_c und x_o sind die Maximalwerthe der beiden Gase im absorbirten Zustand.

$v_o - x_o$ und $v_c - x_c$ sind die Volume der beiden Gase über dem Wasser nach Eintritt des Gleichgewichtszustandes. Der Gesammtdruck dieser letzteren ist:

$$\frac{v_o + v_c - x_o - x_c}{v_o + v_c} P.$$

Hieraus wird der Partialdruck jedes einzelnen der Gase berechnet. Es ist der Partialdruck des einen

$$P\,\frac{v_0 + v_c - x_0 - x_c}{v_0 + v_c} \cdot \frac{v_0 - x_0}{v_0 + v_c - x_0 - x_c} = P\,\frac{v_0 - x_0}{v_0 + v_c}$$

und der des anderen $= P\,\frac{v_c - x_c}{v_0 + v_c}$.

Aus diesen beiden Ausdrücken lassen sich x_0 und x_c bestimmen mit Benutzung des allgemeinen Ausdrucks für die absorbirte Menge eines Gases [1]), wenn man das Volum des Wassers V und die Absorptionscoefficienten der beiden Gasarten α^0 und α_c einführt und $v_0 + v_c$ gleich dem Anfangsvolum $= A$ setzt. Es ist nämlich nach der bekannten Formel für die absorbirten Gasvolumina im Wasser von Gemengen, deren Zusammensetzung bekannt ist [2]):

$$x_0 = P\,V\,\alpha_0\,\frac{v_0 - x_0}{A}$$

$$x_c = P\,V\,\alpha_c\,\frac{v_c - x_c}{A}.$$

Hieraus ergeben sich die Werthe von x_0 und x_c:

$$(1)\quad x_0 = P\,V\,\frac{v_0\,\alpha_0}{A + P\,V\,\alpha_0}$$

$$(2)\quad x_c = P\,V\,\frac{v_c\alpha_c}{A + P\,V\,\alpha_c}$$

als die aus dem Wasservolum, den Absorptionscoefficienten und dem Barometerstand bestimmbaren Volume des absorbirten Theils beider Gase bei Eintritt des Gleichgewichtszustandes. Die einzige Unbekannte in dem rechten Theil der Gleichungen ist das ursprüngliche Volum der Sauerstoffblase v_0; dasselbe kann nach weiter unten folgenden Messungen zu 0,01 cc als Mittelwerth eingeführt werden.

Die für uns wichtigeren Gasvolume, welche für den Gleichgewichtszustand über dem Wasser sich befinden (in den Gasblasen, welche von Sachs abgezählt und von den analysirenden Beobachtern chemisch untersucht wurden), werden erhalten, wenn wir (1) und (2) von dem Anfangsvolumen der Gase abziehen, es drücken alsdann die folgenden beiden Gleichungen:

$$(3)\quad v_0 - x_0 = \frac{A\,v_0}{A + P\,V\,\alpha_0}$$

$$(4)\quad v_c - x_c = \frac{A\,v_c}{A + P\,V\,\alpha_c}$$

das Volum des Sauerstoffs (3), das Volum der Kohlensäure (4) aus in

1) Bunsen, gasom. Methoden p. 136 ff. und Wüllner, Lehrb. der Experimentalphysik. S. 341.

2) Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik.

der Gasblase, wenn sie vom Querschnitt sich ablöst, vorausgesetzt, dass während einer Secunde der besprochene Gleichgewichtszustand hergestellt war.

Für die numerische Rechnung kann v_c aus V (1000 cc) und α_o und α_c (in Taf. II dieser Blätter) berechnet werden, und für v_o kann 0,01 cc, für P 760^{mm} eingeführt werden.

Man wird mit der (bis jetzt zwar nicht bewiesenen) Voraussetzung, dass eine Secunde hinreicht, um den Gleichgewichtszustand herzustellen, leicht einsehen, dass die 4 Gleichungen (1) .. (4) zu den Ungleichungen führen:

$$(5) \quad v_o > v_o - x_o$$
$$(6) \quad v_c > v_c - x_c$$

und hieraus wird man den Schluss ziehen, dass man auf alle exacte Untersuchung so lange verzichten muss, bis der Fehler für das Intervall (gleich einer Secunde) gefunden ist, und ferner, dass von einer Kenntnissnahme der exhalirten Gase ihrer Mischung nach auch nicht die Rede sein kann, ehe der Fehler bestimmt ist.

Es ergiebt sich somit bei einiger Ueberlegung des Hergangs aller veröffentlichten analytischen Untersuchungen, dass der Procentgehalt für Sauerstoff zu klein, derjenige der Kohlensäure, dafern solche als von der Pflanze ausgeschieden angesehen wurde, zu gross ausfallen mussten. Weiter aber ist klar, dass der Fehler da am grössten sein muss, wo die Pflanze am trägsten Blasen entwickelt, wo das Intervall zwischen 2 Blasen am grössten und das ursprüngliche Sauerstoffvolum der Blase am kleinsten war. Ist in (5) v_o sehr klein, so kann nach (3) und (4) $v_o - x_o$ verschwindend sein.

Ich wende mich nach diesen Auseinandersetzungen zu den Experimenten, welche allein noch nöthig sind, um zu entscheiden, wie gross das Intervall zwischen 2 Gasblasen sein muss, um einen merklichen Fehler herbeizuführen, oder wie gross der Fehler ist, wenn das Intervall gegeben ist (= 1 Secunde), die Grösse der Sauerstoffblase ($v_o = \frac{1}{100}$ cc), und das Volum v_c, welches aus V (= 1000 cc) berechnet wird mit Hülfe der früher gegebenen Formeln. Der Barometerstand P soll constant sein, und über die Temperatur verfügen wir im Experiment nach Belieben. Es wird sich zeigen, dass dieser Fehler ganz nach Voraussicht der oben mitgetheilten Analysen gross ist bei constanter Temperatur, grösser bei schwankender Temperatur überhaupt und am grössten, wenn die Temperatur während der Versuche steigt.

Der mit Sauerstoffgas gefüllte Recipient (B Fig. 3) besitzt 2 Röhren: die eine, mit Wasser gefüllt, führt zu einem wasserführenden Behälter (A) und mündet am Boden des Recipienten unter Wasser; die andere geht mehrfach gebogen zu der erweiterten Röhre (C), auf welche ein Capillarrohr D angepasst ist. Der letzte Theil wird in einen Cylinder gebracht, dieser mit luftfreiem Kohlensäurewasser gefüllt. Ueber die Mündung des capillaren Endes wird ein unten offener, oben verengter, mit Quetschhahn c verschliessbarer Cylinder gestülpt. Der innere Cylinder wird wie der innere Recipient für die Pflanze (in Fig. 1) durch Saugen gefüllt und sodann geschlossen. Der Versuch beginnt, wenn man mittelst der Hähne (Fig. 3 c, c'', c''') den Gang und die Grösse der aus dem capillaren Ende strömenden Sauerstoffblasen beliebig regulirt hat, so zwar, dass annähernd alle 1—2 Secunden eine Blase abströmt und die Blase annähernd dieselbe Grösse zeigt, wie die aus dem Querschnitt der Pflanze (im Apparat I) tretenden. Die dazu erforderlichen Druckproben können mit der Vergrösserung und Verkleinerung der auf das Sauerstoffgas drückenden Wassersäule angestellt werden, dadurch, dass der Wasserbehälter an dem Stativ verschieden hoch gestellt wird, was durch Einschalten eines längeren Coutchoucschlauchs ermöglicht ist.

Während der folgenden Versuchsreihen war der Apparat so regulirt, dass 30—40 Blasen in der Minute kamen. Am Ende einer halben Stunde, während welcher der Versuch im Gang, wurden 8—10 cc Gas bei (b) abgeschieden, welche mittelst des Quecksilbergasometers abgezogen und analysirt wurden. Die annähernde Grösse einer Blase ist 0,01 cc (der Werth für v_c in obiger Rechnung). Die Analyse des Gases ergab immer eine beträchtliche Verunreinigung des Sauerstoffgases. Von Interesse ist zunächst folgende Thatsache: Ist die Temperatur constant und sind die Blasen in der erwähnten Weise annähernd gleich gross, so ist das Gasgemisch auch constant in seiner Mischung, möge der Versuch 10, 15 bis 30 Minuten dauern, ehe die Gasmasse abgezogen wird, oder mit anderen Worten: drei Analysen ergeben gleiche Procente an Kohlensäure, wenn in der ersten Gas genommen wurde, in welchem sich 400 mal der oben entwickelte Vorgang abspielte, oder wenn sich derselbe 600-, oder endlich 1200 mal abspielt, wo (400, 600, 1200) die Zahl der Sauerstoffblasen vorstellt, welche in 10, 15, 30 Minuten gesammelt und analysirt wurden. Es ist somit erwiesen, dass die Hauptverunreinigung durch innerhalb einer Secunde wirkende Diffusionsströme um die Blase herbeigeführt wird.

Es ist diese Verunreinigung für constante Temperatur die kleinste. Um die Grösse der Fehlerquelle zu prüfen für den Temperaturwechsel, wurden drei Versuchsreihen mit Hülfe des Apparates (3) ausgeführt. In der ersten wurde die Temperatur des Wassers constant erhalten (I. 10 ° C.). In der zweiten stieg dieselbe während derselben Versuchszeit von 10 ° C. auf 15 ° C. (II). In der dritten fiel sie von 15 ° C. auf 10 ° C. (III). Diese Temperaturänderungen wurden durch ein in (D Fig. 3) eingesenktes Thermometer abgelesen und durch Einsetzen des Cylinders in einen weiteren Cylinder, in welchem die Wärmemündung befindlich, veranlasst. In den weiteren Cylinder wurde einmal kälteres Wasser gegeben und ein Strom wärmeren Wassers nach dem Princip des Liebig'schen Kühlers hindurchgeschickt, das anderemal warmes Wasser und ein Strom kalten Wassers dazu gegeben.

Bei allen Versuchen waren Zahl und Grösse der Blasen constant erhalten, soweit dies aus der endlichen Gasmenge ersichtlich ist. Die Analyse der Gase ergab für I den geringsten, für II den höchsten Procentsatz an Kohlensäure, wie aus der Tabelle hervorgeht:

Tafel IV.

Vor der Absorption, Gesammtvolum des analytischen Gemisches.

I	7,5 cc.
II	4,0 „
III	6,0 „

Tafel V.

Nach der Absorption durch eine Kalikugel.

I	5,5 cc.
II	2,3 „
III	3,6 „

Tafel VI.

Procentsatz für	CO_2	O.
I	26,666	73,333 %
II	42,500	57,500 „
III	40,000	60,000 „

Es zeigt sich aus diesen Angaben, dass für den günstigsten Fall, dass die Temperatur nicht schwankt für die kleinen Gasblasen, die besprochene Fehlerquelle nur Angaben erlaubt, welche auf 26 % genau sind. Dieser günstigste Fall war aber bei den meisten Versuchen, wo Pflanzen insolirt wurden, nicht realisirbar. Für die Mehrzahl der Untersuchungen, die ich im Sommer angestellt, war immer, wie ja selbstverständlich, ein Steigen der Temperatur bemerklich.

Es ist dies eine der früher versprochenen Versuchsreihen. Die beiden folgenden werden mit der Pflanze selbst angestellt und

bestehen in dem Vergleich des Kohlensäuregehaltes der Gasmassen wenn der Querschnitt nach der Methode aller bisherigen Beobachter unter dem Wasser untergetaucht bleibt, mit demjenigen, welcher erhalten wird, wenn der Querschnitt nicht unter Wasser taucht und die von demselben abströmenden Gase nicht mit dem Versuchswasser in Berührung kommen und von 5 Minuten zu 5 Minuten in den Quecksilbergasometer abgezogen werden.

Ich erhielt in der ersten Reihe bei steigender Temperatur und Anwendung vollkommen luftfreien Wassers nie einen geringeren Procentsatz von Kohlensäure als 50 %. Der Mittelwerth aus 15 Analysen ist 70 %. Ueber die analytischen Methoden und Belege wird weiter unten gesprochen werden.

Ganz anders wenn der Querschnitt der Pflanze in dem oben beschriebenen Apparat nicht unter dem Versuchswasser mündet; hier ergiebt sich bei derselben Pflanze in der zweiten halben Stunde ein Procentsatz von 20 % Kohlensäure, und als Mittel aus ebensoviel Analysen 35 % als Maximum. Auf keine bis jetzt angegebene Weise lässt sich die Fehlerquelle verschwindend klein machen, da sich ja der wirkliche Sauerstoffgehalt des Gases, bis es zum Querschnitt gelangt, nicht angeben und auf keine Weise bestimmen lässt. Die zwei Versuche, an einer Pflanze angestellt, zeigen aber zum mindesten, wann das Maximum des Fehlers eintritt. Hieraus ergiebt sich zum wenigsten, dass die Wasserpflanzen für die Eingangs gestellten Fragen durchaus als ungünstige Versuchsobjecte zu betrachten sind, will man die Frage auf eine exacte Weise zur Lösung bringen. Wie man das Minimum des Fehlers erhält, mit Hülfe der oben beschriebenen Apparate, will ich jetzt zu zeigen suchen: Ich bringe die zu untersuchende Wasserpflanze in der Weise in den Apparat (Fig. 1), dass der Querschnitt ganz in die Nähe des Coutchoucrohrs (bei c''' Fig. 1) an der verengten Stelle des inneren Cylinders zu liegen kommt. Die Wasserschicht, die nach dem Füllen des inneren glockenförmigen Behälters (D) von den Gasblasen zu durchsetzen ist, ist alsdann möglich klein, und bald nach einigen Minuten ist der Spiegel des Wassers in Folge der fortdauernden Gasentbindung unter den Querschnitt gesunken. Von 5 zu 5 Minuten füllt man die ausgeschiedenen Gasmassen in den Quecksilbergasometer.

Es ist ersichtlich, dass alsdann eine Verunreinigung der aus dem Querschnitt strömendeu Gase nur durch die Diffusion an dem Wasserspiegel stattfinden kann innerhalb 5 Minuten, oder wenn die Pflanze mit Lebhaftigkeit entwickelt, einer noch kürzeren Zeit. Der

Spiegel ist aber ein sehr kleiner, mithin kann eine solche Verunreinigung als die kleinstmögliche angesehen werden.

Mit dem Nachweis der Bedeutung der im Wasser stattfindenden Diffusionserscheinungen für die Genauigkeit der vorliegenden gasanalytischen Aufgabe kann ich wohl sagen, dass die wichtigste Fehlerquelle gefunden ist, deren Vernachlässigung die früheren analytischen Aufgaben ziemlich werthlos macht. Selbst da, wo die Absorption der Kohlensäure vor der Bestimmung der rückständigen Gase vorgenommen wurde, wurde ein grosser Fehler begangen, was ich nach den bisherigen Angaben nicht noch auseinanderzusetzen habe. Für denjenigen, welcher ohne genauere Analysen und Apparate sich von der Richtigkeit meiner Angaben überzeugen will, genügt ein roh getheiltes (nicht calibrirtes) Glasrohr von 2 ^{mm} Weite, von 6 cc Länge am einen Ende zugeschmolzen. Man bringt dies mit dem Versuchswasser gefüllt so über den Querschnitt der Versuchspflanze, dass die Blasen das Wasser durchsetzen müssen. Man kann nun leicht, wenn die Theilstriche eng genau aneinander sind, das Volum einer Blase annähernd finden, und sich davon überzeugen, dass bei lebhafter Entwickelung der Pflanze, das gesammte Gas nur zu einem verschwindenden Theil durch die von dem Wasser abdunstende Kohlensäure verunreinigt wird. Nachdem eine hinreichende Menge Gas gesammelt, verschliesst man das Absorptionsrohr mit dem Finger, bis seine Mündung unter dem Spiegel einer bereit gehaltenen Kalilösung befindlich. Nach der erfolgten Absorption lese man ab. Denselben Versuch mache man mit der Abänderung, dass jetzt der Querschnitt der Pflanze bis an das geschlossene Ende des Messrohrs reiche. Man wird bei derselben Pflanze innerhalb 10 Minuten die beiden Gasmengen bestimmt haben und annähernd ähnliche Resultate erhalten, wie ich sie oben angegeben habe.

Wird die in dem Apparat Fig. 3 angewandte Capillare enger und enger gemacht, so dass die Bläschen punktförmig klein eben sichtbar sind, so wird das gesammelte Gas unter den obigen Bedingungen nur aus Kohlensäure bestehen. Dieser Fall ist im Experiment mit der Pflanze im Apparat (1) realisirt, wenn derselben kein Querschnitt am Stengel angebracht, sondern dieselbe unverletzt mit etwaigen Wurzeln umgesetzt wurde. Die Gase entweichen aus der Spaltöffnung als aus einer dünnsten Capillare als feinster Strom, der zuerst als winzige Blase an der Blattfläche bemerklich ist. Die Blase wächst und bleibt lange Zeit an der Blattfläche haften. Werden

solche abgeschüttelt, auf oben beschriebene Weise gesammelt und analysirt, so ergiebt die Analyse reine Kohlensäure.

In dem nächsten Abschnitt hätte ich über die Wirkung und Bedeutung der Spaltöffnung und über den Gasverkehr durch solche, sowie über die Absorptionscoefficienten der pflanzlichen Membranen zu sprechen, soweit diese Verhältnisse für unsere Aufgaben von Interesse sind.

(Fortsetzung folgt im nächsten Heft.)

Ueber den Bau und die Entwicklung der Ernährungsorgane parasitischer Phanerogamen.

Von

Hermann Grafen zu Solms-Laubach.

(Mit Taf. XXXII—XXXIX.)

Schon dem grauen Alterthum mussten sich die parasitischen Pflanzen durch die Eigenthümlichkeiten ihres Baues, ihrer Farbe und ihrer Lebensweise bemerklich machen. Und in der That geschieht ihrer in den Schriften der Alten gar mannigfache Erwähnung, ohne dass jedoch im Allgemeinen viel mehr darüber gesagt würde, als dass sie ihren Nährpflanzen nachtheilig seien. In wieweit man sie als selbstständige Pflanzen oder als krankhafte Auswüchse der Nährpflanzen betrachtete, lässt sich aus den kurzen Bemerkungen über dieselben nur schwer entnehmen, und wenn auch das erstere vielfach der Fall gewesen sein mag, so geht doch aus Plinius'[1]) Angaben mit Sicherheit hervor, dass man zum wenigsten die Mistel als eine selbstständige, nicht dem Nährzweig entsprossene Pflanzenart erkannt und die Keimung ihrer Samen beobachtet hatte. Eine bei weitem tiefere Erkenntniss des eigentlichen Wesens des Parasitismus, als die, welche bei den Römern gefunden wurde, und die ganz Europa das Mittelalter hindurch und bis zur Mitte des 17ten Jahrhunderts beherrschte, besassen schon im 10ten Jahrhundert die Araber und wurde dieselbe durch die Schriften des Ordens der lauteren Brüder[2]) auf unsere Zeit überliefert. Es heisst dort in dem

---

1) Plinius 16, 44, 92.

2) Die Naturanschauung und Naturphilosophie der Araber im 10ten Jahrhundert, übersetzt aus den Schriften der lauteren Brüder von Prof. Dr. Fr. Dieterici. Berlin 1861, p. 180.

Tractat über die Pflanzen, der überhaupt, die in ihm enthaltenen, zahlreichen, ausgezeichneten Beobachtungen anlangend, seiner Zeit weit vorauseilt, folgendermaassen: „Unter den Pflanzen giebt es noch eine andere Art, die in ihrem Handeln die Handlung der Thierseele darstellt, während doch ihr Körper ein Pflanzenkörper ist; dies ist die Schmarotzerpflanze. Denn diese Art von Pflanzen hat nicht, wie die anderen, eine in der Erde feststehende Wurzel, noch hat sie Blätter, wie jene, sondern sie heftet sich an die Bäume, Saaten und Dornen und saugt von deren Feuchtigkeit ein, sie nährt sich davon, wie dies der Wurm thut, der auf den Blättern und Pflanzenstengeln kriecht, von ihnen saugt, sie zerschneidet, auffrisst und sich davon nährt."

Erst in der Mitte des 17ten Jahrhunderts beginnt für die Geschichte des pflanzlichen Parasitismus eine neue Periode, in welcher theils die Kenntniss der einheimischen Parasiten gefördert, theils der Ueberblick über diese Pflanzengruppe durch neue Entdeckungen ausländischer Arten vermehrt wurde. War nun auf diese Weise die Ansicht allgemein geworden, die Parasiten seien selbstständige, sich auf Kosten anderer Gewächse ernährende Pflanzen, so konnte es nicht fehlen, dass man ihre sich stets mehrende Anzahl in ein auf ihre hauptsächlichsten physiologischen und morphologischen Charaktere gegründetes System zu ordnen suchte. Dies geschah durch Pfeiffer in seiner Dissertation über den Fungus melitensis [1]). Die sämmtlichen Parasiten werden hier in drei Gruppen getheilt, deren erste folgendermaassen charakterisirt wird: „Prima est earum, quae radices suas corticibus aliorum fruticum infigunt et repentes, quocunque loco id fieri possit, easdem habent intertextas, succumque hirudinis instar totius plantae eliciunt." Es gehören hierher Hedera, Rhus radicans, Bignonia radicans, Cacti scandentes, Epidendron, Pothos, Cuscuta und Cassytha, also, um es kurz zu sagen, ausser den beiden letztgenannten, die wirklich Parasiten sind, noch ein grosser Theil der sogenannten Classe der Epiphyten, über die späterhin das Nöthige beigebracht werden soll. Ebenso steht es mit der zweiten Gruppe, der von echten Parasiten Viscum, von Epiphyten: „Tillandsiae, Renealmiae, Asplenium Nidus, variaeque Filices indicae Lichenesque" zugezählt werden. Sie wird dadurch gekennzeichnet, dass die ihr zugehörigen Pflanzen: „radice penitus carentes unicum tantum locum arborum occupant." In der dritten Gruppe endlich werden alle

1) C. Linné, Amoenitat. acad. vol. IV. tab. II. pg. 351. 1788 Dissertatio LXV. Fungus melitensis, prop. a. J. Pfeiffer.



Wurzelparasiten vereinigt, und als Beispiele Monotropa, Asarum Hypocistis, Orobanche, Cynomorium und Lathraea angeführt. Es ist aus dieser Zusammenstellung von Beispielen für die drei Gruppen leicht ersichtlich, wie wenig klare Vorstellungen man damals noch mit dem Begriff des Parasitismus verband; es genügte, wenn eine Pflanze auf einer anderen wuchs, um dieselbe für einen Schmarotzer zu erklären.

Nichts war natürlicher, als dass Pfeiffer's Eintheilungsversuch in Kürze veraltete; die Entdeckungen neuer, bis dahin unbekannter Parasitenformen, und zwar zumeist der Gruppe der Rafflesiaceen und Balanophoreen angehöriger, jagten einander förmlich während des Endes des 18ten und des Anfangs des 19ten Jahrhunderts, und es trat, gestützt auf mangelhafte Erkenntniss des Baues ihrer Blüthen und Früchte, bei vielen Forschern wiederum die alte Ansicht in den Vordergrund, nach der sie nicht aus Samen erwachsen und sich an die Nährpflanzen befestigen, sondern als Erzeugnisse krankhafter Säfte dieser letzteren, als „Pseudomorphosen", „Wurzelblumen" oder Degenerationen derselben entstehen sollten. Indem sich die herrschende naturphilosophische Speculation ihrer bemächtigte, wurde sie bald verallgemeinert und auf alle chlorophylllosen Parasiten übertragen; die Zahl ihrer Anhänger mehrte sich, und kam es in der Kürze dahin, dass Meyen sogar versuchte das Herauswachsen der Lathraea Squamaria aus der sie ernährenden Baumwurzel auf anatomischem Wege zu beweisen. Was für Absurditäten und Spielereien aber diese herrschend gewordene Speculation hervorzubringen im Stande war, wird man am besten aus folgender Probe ersehen, die einem Briefe Trattinick's an Schlechtendal[1]) entnommen ist. Trattinick sagt daselbst: „Hier ist eigentlich eine negative Verwandtschaft vorhanden; denn indem diese Gewächse von den Familien aller übrigen ausgeschlossen werden und unter sich selbst ebensowenig übereinstimmen, so bleibt uns nichts übrig, als sie in eine eigene Kategorie als Sonderlinge zusammenzuwerfen, etwa wie man in einem Irrenhause die Geisteskranken zusammenbringt, deren Manien höchst verschieden sind und von denen jedoch keiner das ist, was er zu sein vorgiebt oder sich einbildet. Auch unsere Sarcophytae oder Balanophorae Rich. ahmen auf eine baroke Weise etwas nach, was sie nicht sind, so die Aphyteja ein Hydnum, das Cynomorium eine Typha, die Rafflesia eine

1) Schlechtendal, Nachtrag zu der Ichthyosma Wehdemanni (Linnaea II. 1827), Linnaea III. 1828. p. 194.

Brassica capitata, Cytinus eine Cotyledon, Balanophora ein Arum, Corallophyllum eine Clavaria, die Sarcophyte eine Brassica Botrytis u. s. w. — mit einem Worte, ich halte diese Parasiten für specifike Degenerationen jener Pflanzen, aus deren Wurzeln sie hervorwachsen, analog mit den Galläpfeln und anderen Auswüchsen, die der Stich von gewissen Insekten oder auch wohl atmosphärische Einwirkungen veranlassen."

Hatte Pfeiffer seine Eintheilung auf rein morphologische Grundlagen gestützt, so versuchte De Candolle[1]) eine solche auf physiologische und morphologische Prinzipien zugleich zu erbauen, indem er als Haupteintheilungsmotiv das Vorhandensein oder den Mangel des Chlorophylls statuirte. Zugleich führte er eine richtigere Begrenzung des Begriffs der Parasiten ein, indem er die Epiphyten von denselben ausschloss. Die Parasiten der ersten Classe, die Loranthaceen, sind nach ihm mit allen, zur Assimilation des Saftes nöthigen Organen versehen, sie entbehren aber des Vermögens, ihn selbstständig der Erde zu entziehen und besitzen keine echten Wurzeln. Seine zweite Classe enthält alle übrigen Parasiten, die sich durch ihre bleiche Farbe und Blattlosigkeit auszeichnen und die der Fähigkeit, die Kohlensäure zu zersetzen und ihren Rohsaft selbst zu assimiliren, ermangeln. Diese zweite Classe, die parasites aphylles werden nach morphologischen Charakteren weiter getheilt, zunächst in Radicicoles und Caulicoles, je nachdem der Parasit die Wurzel oder den Stengel der Nährpflanze befällt. Zu den Caulicoles gehören Cuscuta und Cassytha; die Radicicoles erleiden noch weitere Theilung, und zwar in monobases, d. h. in solche, welche ihrer Nährwurzel direct und einzig und allein mit dem unteren Ende des Stengels ansitzen. Es werden hierher gerechnet Cytinus, Cynomorium, Rafflesia und ein Theil der Orobanchen. Die übrigen Orobanchen, und zwar alle die Arten, die sich durch zahlreiche eng verflochtene Wurzeln auszeichnen, bilden mit Monotropa die zweite Abtheilung der polyrhizes, welcher der Autor übrigens selbst nur geringeren Werth beimisst. Für Lathraea endlich wird wegen der von Bowman entdeckten Haustorien dieser Pflanze die dritte Abtheilung der polystomes gebildet. Einen auf rein morphologischer Grundlage beruhenden Eintheilungsversuch lieferte auch Unger[2]), indem er

1) De Candolle, Cours de botanique Physiologie III. p. 1414. Des parasites phanerogames (1832).

2) Unger, Beiträge zur Kenntniss der prarasitischen Pflanzen. Ann. des Wiener Mus. II. 1840.



nach der verschiedenartigen Anheftungsweise der einzelnen Formen an ihre Nährpflanzen neun gleichwerthige Modi insitionis aufstellte, deren Charaktere wir jedesmal bei Behandlung der betreffenden Pflanzen des Weiteren zu besprechen haben werden. Es sei indess bemerkt, dass Unger's Arbeit insofern weit hinter der De Candolle's zurücksteht, als in derselben noch vielfach speculative Betrachtungen die Beobachtungen überwiegen.

Endlich muss noch einer Classificirung der echten Parasiten erwähnt werden, die von Martius[1]) versucht worden ist und die bei anderer Anordnung im Wesentlichen mit der von De Candolle herrührenden übereinstimmt. Von den Pilzen abgesehen, die die erste Classe bilden, nimmt Martius vier Abtheilungen an, deren erste die blattlosen, nicht grünen, wurzelständigen Parasiten, die Radicicoles De Candolle's enthält. Die zweite bilden die blattlosen, auf Stengeln haftenden, De Candolle's Caulicoles; in der dritten finden sich die Loranthaceen, De Candolle's erste Hauptabtheilung, als „beblätterte, grüne Parasiten", die sich nur mit dem primären Wurzeltheil in die Nährpflanze versenken. Die vierte Abtheilung enthält beblätterte, grüne Parasiten, die sich nur mit secundären Theilen auf der Unterlage anhängen und ernähren. Etwas dieser Abtheilung entsprechendes fehlt bei De Candolle; Martius theilt sie weiter in parasiti rhizobdalli und parasiti cormophagi, die ersteren sollen mittelst Luftwurzeln schmarotzen, die letzteren dagegen so, dass ihre Stämme auf weite Strecken hin mit denen der Nährbäume verwachsen und nicht ohne Verletzung von denselben getrennt werden können. Es wäre sehr wünschenswerth, zumal über die letztere dieser Unterabtheilungen Näheres zu erfahren und genauere Data über die Lebensweise besagter Pflanzenformen zu sammeln, damit ihnen, wenn sie wirklich Parasiten, in deren Reihe der gebührende Platz angewiesen werden könne. Bis dahin müssen sie bei Besprechung der echten Parasiten unberücksichtigt bleiben.

Neuere Autoren, die über die Anheftungsweise der Parasiten an ihre Nährpflanzen geschrieben haben, haben alle völlig darauf verzichtet, eine auf morphologischer oder physiologischer Basis beruhende Eintheilung derselben zu geben und sich damit begnügt, die thatsächlichen Verhältnisse, wie sie die einzelnen Fälle darbieten, mög-

1) Martius, Ueber die Vegetation der unechten und echten Parasiten zunächst in Brasilien. — Gel. Anz. d. kgl. bair. Acad. d. Wissensch. Bd. 14. p. 353. — Vergl. Referat von v. Mohl, Bot. Zeit. 1843, p. 497.

lichst genau zu eruiren. In wieweit dies mit Glück geschehen ist, wird sich, wie ich denke, im Laufe dieses Aufsatzes herausstellen.

Verlangt man nach dem Vorausgehenden eine Erklärung über die Art und Weise, in welcher für den Zweck dieser Arbeit der Begriff des Parasitismus gefasst werden soll, so muss zuvörderst behufs derselben in Kürze eine Darlegung des Wesens dieses Begriffes versucht werden. Sachs sagt in der Experimentalphysiologie p. 126 §. 37: „Der Kohlenstoff wird von den chlorophyllhaltigen Pflanzen, welche nicht schmarotzen und welche nicht nothwendig an humosen Boden gebunden sind, ausschliesslich dadurch gewonnen, dass sie Kohlensäure aus der Luft oder aus dem umgebenden Wasser aufnehmen und dafür Sauerstoff unter dem Einfluss des Lichtes abscheiden.“ Wie wir sehen werden, enthält dieser kurze Satz die ganze Definition, deren wir hier bedürfen. Es zersetzt also eine solche Pflanze die aus dem umgebenden Medium bezogene Kohlensäure vermittelst des Chlorophylls ihrer Blätter und nimmt den sämmtlichen, zur Bildung ihrer Substanz erforderlichen Kohlenstoff ausschliesslich auf diesem Wege auf. Die Wurzelthätigkeit besorgt daher in diesem Falle nichts, als die nothwendigen Aschenbestandtheile und das zum Leben unentbehrliche Quantum Wasser. Anders verhält es sich mit einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von Pflanzen, welche, wie Sachs sagt (s. oben) „schmarotzen oder nothwendig an humosen Boden gebunden sind,“ indem diese ihren gesammten Kohlenstoff oder doch einen Theil desselben mittelst der Wurzel oder eigener Aufsaugungsorgane, nicht in Form von Kohlensäure, sondern von complicirter, organischer, kohlenhaltiger Substanz, wie sie zuvor durch die Assimilationsthätigkeit anderer, der erstbesprochenen Abtheilung angehöriger Pflanzen gebildet werden musste, aufnehmen und zur Herstellung ihrer eigenen Substanz verwenden. Es wird in diesem Falle natürlicherweise der Saft, bevor er behufs der Assimilation in die Blätter gelangt, nicht bloss Aschenbestandtheile und Wasser, sondern auch complexe, kohlenhaltige Verbindungen in je nach Art der Pflanze wechselnder Menge enthalten. Wir können nun diese Classe von Pflanzen, die ihren Kohlenstoff nicht einzig und allein durch Zersetzung von Kohlensäure gewinnen, als Parasiten im weiteren Sinne oder, um die schon von Alters her angewendeten Ausdrücke zur Geltung zu bringen, als Hysterophyten im Gegensatz zu den Eingangs besprochenen Protophyten[1]) bezeichnen. Für den Zweck unserer

1) Vergleiche zum Gesagten Sachs, Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen, p. 126 — 131.

Eintheilung ist es dabei vor der Hand gleichgültig, ob ein solcher Hysterophyt des Chlorophylls gänzlich ermangelt und daher seine gesammte kohlenhaltige Substanz auf die für die Gruppe charakteristische Weise erwirbt, oder ob er dies nur zum Theil thut, indem ein anderer Theil des Bedarfs durch die Thätigkeit seiner chlorophyllhaltigen Blätter gedeckt wird. Hier sei bloss gesagt, dass beide Fälle vorkommen und dass sich später Gelegenheit bieten wird, auf die an dieser Stelle gemachten Andeutungen zurückzukommen.

Will man nun die Hysterophyten weiter eintheilen, so dient dazu am besten die Frage, woher sie die ihnen zum Leben nothwendige, kohlenhaltige, organische Substanz beziehen. Da nun diese letztere, wie wir wissen, einzig und allein durch die Assimilationsthätigkeit der Protophyten gebildet werden kann, so ist klar, dass nur diese die Nahrungsquelle für die Hysterophyten sein können, ein Verhältniss, welches dem Namen beider Gruppen zu Grunde liegt. Ein Unterschied im Verhalten der Hysterophyten findet hier nur insofern statt, als dieselben zum Theil, und zwar zum grösseren, ihre kohlenhaltige Nahrung aus den Zersetzungs- und Rückbildungsprodukten der Protophyten, zum Theil aber aus den lebenden Individuen letzterer selbst entnehmen. Alle Formen der ersten der so gefundenen Unterabtheilungen können unter dem von De Bary[1]) eingeführten Namen der Saprophyten zusammengefasst werden und bleibt auf diese Weise der Name echter Parasiten, Parasitae sensu strictiore nur für die zweite besagter Abtheilungen der Hysterophyten erhalten.

Es charakterisiren sich also die echten Parasiten dadurch, dass sie ihren gesammten Bedarf an organischer kohlenhaltiger Substanz, oder doch einen Theil desselben nicht Pflanzenleichen, wie die Saprophyten, sondern lebenden Körpern anderer Pflanzen, der Nährpflanzen, vermittelst eigener, diesem Zwecke allein dienender Organe entziehen. Sie sind es nun, mit denen die vorliegende Arbeit sich beschäftigen soll, und wird sich dieselbe speciell auf die Anatomie und Morphologie derjenigen obengedachten Organe, durch deren Vermittlung die beregte Säfteentnahme aus der Nährpflanze bewerkstelligt wird, beschränken, indem deren möglichst genaue Kenntniss gerade die nothwendigste und unumgänglichste Vorbedingung zu jeder eingehenderen Untersuchung der Ernährungsweise einer nicht un-

1) De Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten pag. 213.

wichtigen Classe von Gewächsen darstellen und somit der gesammten Ernährungsphysiologie zu Nutze kommen dürfte.

Bevor ich mich indess dieser Aufgabe, dem eigentlichen Thema meines Aufsatzes zuwende, halte ich es aus mannigfachen Gründen für geboten, zuvor auch die Saprophyten ins Auge zu fassen und in Kürze zu besprechen. Es bildet diese Gruppe nämlich, wie es scheint, je nach ihrem Bedarf an assimilirter Nahrung eine ziemlich continuirliche Reihe, deren Endglieder sich einerseits in ihren Lebensbedingungen so eng an die Protophyten anlehnen, dass es bei unserer gegenwärtigen beschränkten Kenntniss der Ernährungsweise jeder einzelnen Pflanzenform gänzlich unmöglich sein dürfte, hier die Grenzlinie zu ziehen. Andererseits aber findet ganz in derselben Weise auch am anderen Ende der Reihe eine unmittelbare Anlehnung an die Lebensweise der echten Parasiten statt, so dass es Saprophyten, und sogar in grosser Anzahl, giebt, die, des Chlorophylls entbehrend, einzig und allein auf schon assimilirte kohlenhaltige Nahrung angewiesen sind. Nichts ist daher natürlicher, als dass man noch bis in die neueste Zeit manche dieser Formen für echte Parasiten hielt und als solche beschrieb, und müsste dies allein schon Veranlassung werden, die betreffenden Gruppen hier in Kürze abzuhandeln. Hierzu kommt aber noch, dass es nicht wenige Formen fremder Länder giebt, über deren Ernährungs- und Lebensbedingungen uns die vorhandenen Beschreibungen nicht oder nur in ungenügender Weise aufzuklären vermögen, und ferner, dass es gar nicht unmöglich ist, dass manche derjenigen Pflanzen, die wir im erwachsenen Zustande mit vollem Recht als Saprophyten betrachten, in ihrer uns noch unbekannten Jugend zu den echten Parasiten gehören könnten, wie wir ja den völlig analogen Fall so ausnehmend häufig bei parasitischen Pilzen (vgl. für Polystigma rubrum De Bary, Morph. und Physiol. der Pilze, Flechten und Myxomyceten p. 197 u. p. 213) vorkommen sehen.

Sehen wir von den Pilzen ab, unter denen die Saprophyten in allergrösster Anzahl vorkommen, und von den Flechten, unter denen sich gar manche finden, die hierher gehören dürften, ohne dass wir indess darüber etwas Bestimmtes wüssten, z. B. Icmadophila aeruginosa, manche Biatoren etc., so bleiben uns nur diejenigen derselben zu betrachten, die zu den Cormophyten gehören. Wie schon gesagt, sind diese theils chlorophyllhaltig, theils chlorophyllfrei und somit nur theilweise oder gänzlich auf die saprophytische Lebensweise angewiesen. Was die erste der genannten Gruppen, die der

chlorophyllhaltigen angeht, so ist es ausnehmend schwierig, deren Ausdehnung und Grenze gegen die Protophyten hin zu bestimmen, da es ja Saprophyten geben kann, und sogar vermuthlich giebt, die nur eines minimalen Quantums organischer Substanz als solcher benöthigt sind, welches sie mit Leichtigkeit aus jedem Boden gewinnen können. Selbst Culturversuche mit den betreffenden, des Saprophytismus verdächtigen Pflanzenformen in gänzlich von Pflanzenresten befreitem Boden würden keinen bestimmten Aufschluss über deren Lebensweise geben können; denn wenn man auch diejenigen davon, die darin kräftig wachsen und Frucht tragen würden, allerdings mit Sicherheit als Protophyten ansprechen dürfte, würde man im entgegengesetzten Falle noch bei weitem nicht auf Saprophytismus zu schliessen berechtigt sein, da ja das Zugrundegehen der Pflanze in vielfacher Weise auch in Folge anderer, mehr physikalischer, in der Bodenbeschaffenheit, Licht und Wärme zu suchender Ursachen eintreten konnte. Es erhellt aus dem Gesagten, dass das alleinige Vorkommen einer Pflanze in humosem Boden bei weitem nicht ausreicht, um sie als Saprophyt anzusprechen. Andererseits könnte man glauben, dass eine Pflanze, die wenige und kleine grüne Blätter hat, zur saprophytischen Lebensweise hinneige; aber auch dies ist nicht stichhaltig, denn es können bei grösserer Anzahl chlorophyllführender Zellen oder bei dichterer Lagerung und geringerer Grösse der einzelnen Chlorophyllkörper, auf die es ja hier allein ankommt, deren mit Leichtigkeit mehr in dem kleinen, als in dem grossen Blatt enthalten sein. Hierzu kommt noch, dass wir nichts Genaueres über den Farbstoffgehalt der einzelnen Körner verschiedener Pflanzen, und noch weniger darüber wissen, ob der Assimilationsprocess in ihrem Innern oder an ihrer Oberfläche vor sich geht, beides Umstände, die für die Bestimmung der assimilirenden Chlorophyllmenge einer Pflanze von nicht zu unterschätzender Bedeutung sein dürften.

Aus dem Vorstehenden erhellt zur Genüge, dass wir für die Erkenntniss der saprophytischen Lebensweise einer cormophytischen Pflanze vor der Hand eigentlich mehr auf Vermuthungen, als auf Thatsachen angewiesen sind, so lange wir nicht die Ernährung derselben in alle ihre einzelnen Factoren zu zerlegen im Stande sind. Bis dahin müssen wir uns an diejenigen Formen halten, für deren Hierhergehören die grösste Wahrscheinlichkeit spricht und die, ausschliesslich humosen Boden bewohnend und lichtscheu, zum Theil durch ihre Chlorophyllarmuth und bleiche Farbe den Uebergang zu

ihren chlorophylllosen Nachbarn vermitteln dürften. Diese Saprophyten, von denen ich hier nur einige wenige Beispiele, als Tetraphis pellucida, Listera cordata, Goodyera repens, manche Farnkräuter, insbesondere Hymenophylleen, Aroideen und wohl auch baumbewohnende Orchideen, nennen will, sind als eigne biologische Classe, so viel ich weiss, erst durch Sachs l. c. zusammengefasst und durch die Eigenthümlichkeit ihrer Ernährung charakterisirt worden. In früherer Zeit stellte man meistens, unter Vernachlässigung der hierher gehörigen, den Boden bewohnenden Formen, alle diejenigen, die auf Baumleichen oder der vermodernden Borke lebender Bäume vorkommen, als eine eigne Classe sogenannter falscher Parasiten oder Epiphyten zusammen, für welche man indess im Allgemeinen keinen besseren Charakter hatte, als den, dass sie, ohne zu schmarotzen, den Stengeln anderer Pflanzen anhängen [1]). Es leuchtet ein, dass man fast mit demselben Rechte alle Pflanzen, die an Kirchthürmen wachsen, als eigne biologische Gruppe der Kirchthurmspflanzen zusammenfassen könnte.

Was die chlorophyllfreien Saprophyten anlangt, so finden wir solche zunächst in der Reihe der Monocotyledonen in den Familien der Orchideen, Burmanniaceae und Triurideae in grosser Anzahl, es ist jedoch deren Saprophytismus durchgehends nur für ihr späteres Lebensalter, für die Orchideen von zahlreichen Autoren, von Miers [2]) für die Triurideae festgestellt und fehlt es nicht an solchen, die vermuthen, dass sie in ihrer Jugend echte Schmarotzer seien, wie De Candolle [3]) und Brandt [4]). Es könnten hierüber allein Culturversuche entscheiden, die meines Wissens bisher noch Niemandem haben glücken wollen. Sollte diese Vermuthung sich für dieselben als richtig herausstellen, so wäre dies um so interessanter, als unter allen Monocotyledonen bisher keine echten Parasiten bekannt geworden sind. Unter den Dicotyledonen gehört vor Allem zu dieser Abtheilung der Saprophyten die kleine Familie der Hypopityaceae, die lange Zeit hindurch von fast allen Autoren aufs

1) Vergl. zum Gesagten: E. Brandt, Nonnulla de parasitis quibusdam phanerogamicis obss. Linnaea t. 22 (1849) p. 82. „Attamen vero omnibus in scriptis inter plantas parasiticas proprie dictas, et Epiphytas, aut qui aliis adhaerescunt caulibus differentiam nullam invenimus.“

2) Miers, On the family of Triurideae Trsact. of the Linn. soc. vol. XXI. pars I. 1852. p. 43. H. 6 u. 7.

3) De Candolle, cours de bot. Physiol. III. pg. 1404 seq. des paras. phanerog. 1832.

4) Brandt, Linnaea 22 (1849).

Hartnäckigste den echten Parasiten zugezählt wurde und deshalb wohl auch hier etwas eingehender besprochen zu werden verdient.

Der Stengelbau der Hypopityaceae ist im Allgemeinen einfacher Natur. Innerhalb einer spaltöffnungslosen [1]) Epidermis weist der Stengelquerschnitt von Hypopitys multiflora Scop. eine mächtig entwickelte, parenchymatische Rindenschicht auf, die mit dem zeitlebens erhalten bleibenden Mark durch breite, die einzelnen Gefässbündel von einander trennende Verbindungen zusammenhängt. Die Gefässbündel selbst sind von verschiedener Grösse und einfachem Bau; sie enthalten mehrere Gefässgruppen, deren Elemente theils netz- und treppenförmig, theils spiralig verdickt sind. Die Wurzeln unseres Fichtenspargels sind sehr einfach zusammengesetzt und weisen ein axiles, vom Parenchym und der Epidermis der Rinde umgebenes Gefässbündel auf. Sie sind farblos, glasartig spröde und besitzen ein nur kurzes Längenwachsthum, sowie eine überreiche Verzweigung durch Adventivknospen und erscheinen daher immer zu korallenähnlichen, in unentwirrbarer Weise mit kleinen Humustheilchen und Zaserwürzelchen der benachbarten Bäume durchsetzten und durchflochtenen Ballen vereinigt, wodurch sie der Untersuchung grosse Schwierigkeiten in den Weg legen. Vielfacher Bemühungen ungeachtet hat noch Niemand zwischen ihnen und den ihre Ballen durchlaufenden Baumwürzelchen auch nur den mindesten organischen Zusammenhang finden können. Trotz alledem wurde die Gattung Hypopitys, wie schon oben gesagt, hartnäckig den echten Parasiten zugerechnet und findet sie sich sogar noch bei Unger[2]) als 7te Stufe der Parasiten aufgeführt, für deren Charakterisirung aus Mangel an Thatsachen freilich zu der Hypothese gegriffen wird, dass ihr Wurzelgeflecht in innigem Contact mit der Nährwurzel stehe und sich durch Säfteausschwitzung aus derselben ernähre. Auch Brandt[3]) zählt ohne weitere Angaben Hypopitys neben Orobanche als echten Parasiten auf. Bald jedoch wurden die Zweifel an ihrer parasitischen Lebensweise allgemein, zumal seit W. Hooker[4]) bekannt gemacht hatte, dass man im botanischen Garten zu Glasgow die nächst ver-

1) Chatin, Anat. comp. des vegetaux giebt für Hypopitys lanuginosa und Monotropa an: „stomates rares“. Livr. 8 pg. 283.

2) Unger, Beiträge zur Kenntniss parasitischer Pflanzen. Ann. des Wiener Mus. der Naturgeschichte B II. 1840.

3) Brandt, Nonnulla de parasit. quibusdam phanerogam. obs. Linnaea 22 (1849).

4) W. Hooker, Exotic Flora Tab 85; vergl. Duchartre in Ann. d. sc. nat. sér. III. 6 (1846).

wandte Monotropa uniflora in mit faulem Laub gemischter Erde aus Samen zu erziehen pflege. Schon Duchartre[1]) nimmt als feststehend an, dass Hypopitys kein Parasit sei, und erfuhr diese Ansicht weitere Bestätigung durch die sorgfältigen Untersuchungen von Schacht[2]), der sie auf Grund dieser in ihrer Ernährungsweise mit Neottia und Epipogon vergleicht. Bei Chatin[3]) endlich erscheinen die Hypopityaceae abermals in der Reihe der Parasiten; er giebt zwar für die Hypopitys multiflora zu, dass sie nirgends mit den umgebenden Baumwurzeln in Zusammenhang stehen, behauptet aber, dass dies bei der Keimung der Fall sei und giebt sogar Abbildung und Beschreibung einer angeblichen Keimpflanze dieser Art, die mit einer Nährwurzel im Zusammenhang steht. Die Basis der Keimpflanze, die der Nährwurzel direct aufsitzt, geht in der Abbildung in einen kegelförmig in diese eingesenkten und mit seiner Spitze deren Holzkörper erreichenden Fortsatz über, der aus Parenchym besteht und eine kurze, sein Ende bei weitem nicht erreichende Gefässmasse enthält, von welcher aus nach oben die Bündel des Stengels abgehen und das von denselben umgebene Mark seinen Anfang nimmt. Wenn diese Beobachtung nicht etwa auf einem Irrthum beruhen sollte, so würde sie ein ganz neues Licht auf die Lebensgeschichte unserer Gruppe werfen, vorerst indessen dürfte ihre Bestätigung in der genaueren Kenntniss der derzeit noch vollständig dunklen Art und Weise der Ausbildung des winzigen zweizelligen Embryo zum jungen Pflänzchen zu suchen sein.

Weiterhin muss noch einiger Pflanzenformen gedacht werden, über deren Lebensweise wir noch so gut wie gar nichts wissen und von denen bloss feststeht, dass sie, als des Chlorophylls ermangelnd, zu den Hysterophyten gerechnet werden müssen, über deren Charakterisirung als Saprophyten oder Parasiten die Acten jedoch noch keineswegs geschlossen sind. Zunächst gehört hierher die Gentianaceen-Gattung Voyria, die, ihrer Blattlosigkeit halber des Parasitismus dringend verdächtig, neuerdings von Crüger[4]) ohne weitere Detailangaben für nicht parasitisch erklärt wird. Es scheint dies dadurch bestätigt zu werden, dass, wie Brandt[5]) durch Culturversuche ausser Zweifel gesetzt hat, auch die übrigen Gentianeen

1) Duchartre, Sur l'Hypopitys multiflora. Ann. sc. nat. sér. III. 6 (1846).

2) Schacht, Beiträge zur Anat. und Physiol. der Gewächse IV. pg. 54.

3) Chatin, Anat. comp. des végétaux. Liv. 8. pg. 244 et seq.

4) Crüger. Botan. Zeit. 1848. Jahrg. 6. pg. 777.

5) Brandt, Linnaea 22 (1849).



keineswegs Parasiten sind. Ganz ähnlich steht es mit der zweiten, kleinen, hierherzuziehenden Gattung Epirhizanthus Bl., die, früher aus mir unbekannten Gründen, zu den Orobancheen gestellt, wo sie noch in DC. Prodromus[1]) und Endlicher's[2]) genera plantarum zu finden, jetzt ihren richtigen und allgemein anerkannten Platz im System unter den Polygaleen neben Salomonia gefunden haben dürfte. Auch sie scheint mit ihrem Hysterophytismus unter den Verwandten allein zu stehen; trotz aller aufgewendeten Mühe habe ich zum wenigsten an Polygala comosa keine Spur von Organen gefunden, die dem Zweck der Säfteentnahme aus einer Nährpflanze hätten dienen können. Ihr Autor[3]) sagt von derselben nichts weiter, als dass sie eine kleine, auf Wurzeln parasitisch wachsende Pflanze sei.

Fernerhin sind hier anzuführen vier Genera: Lennoa De la Llave[4]) et J. Lexarza, Corallophyllum Humb. et Bonpl.[5]), Pholisma[6]) Nutt., Ammobroma[7]) Torr., die erst in neuester Zeit durch Nuttall und Torrey genauer bekannt geworden, von letzterem unter dem Namen der Lennoaceae als eigne Familie zusammengefasst werden und die sich durch achttheilige Kelche, röhrige, achtspaltige Korolle, acht, deren Schlund eingefügte, den Zipfeln gegenüberstehende Stamina und einen höchst eigenthümlichen Bau des oberständigen Fruchtknotens charakterisiren. Er wird nämlich von Nuttall für Pholisma als viel- und von Torrey für Ammobroma als 20fächerig beschrieben; Kunth[8]) sagt (mit Fragezeichen), dass er bei Corallophyllum 16fächerig sei; alle drei Autoren stimmen darin überein, dass jedes Fach nur ein im inneren Winkel ansitzendes ovulum enthalte. Die Gattung Lennoa De la Llave et J. Lexarza, die man bei Endlicher[9]) als Synonym zu Corallophyl-

1) vide Reuter's Monogr. der Orobancheae in DC. Prodr. tom. XI. 1847.

2) Endlicher, genera plantarum pg. 728 no. 4192.

3) Flora 1825, p. 133, Anzeige von Blume Catalogus van eenige der merkwaardigste zoo in- als uit heemsche Gewassen te vinden in's Lands Plantentuin te Buitenzorg 1823.

4) P. de la Llave et J. Lexarza, novorum vegetabilium mexicanorum descr. fasc. I (1824).

5) Humboldt et Bonpland, nov. gen. et sp. plantarum. tom. VII. pag. 213 (1825).

6) Hooker, Icones plt. new ser. III tb. DCXXVI.

7) Torrey, in Annals of the Lyceum of natural hist. of New York vol. VIII no. 1.

8) Humboldt et Bonpland, nov. gen. et sp. plantarum. tom. VII. p. 213.

9) Endlicher, Genera plantarum p. 1329 N. 6861.

lum Humb. et Bonpl. citirt findet, soll dagegen eine capsula unilocularis octovalvis polysperma, seminibus minutissimis haben, Angaben, die schwer mit der Beschreibung von Corallophyllum in Uebereinstimmung zu bringen und daher, zumal die übrige Beschreibung bis ins kleinste Detail passt, wahrscheinlich falsch sein dürften, wie dies ja auch Endlicher angenommen hat. Anderenfalls würde Lennoa mit den drei übrigen Gattungen nichts zu thun haben. Ueber die Frage, ob Parasiten oder Saprophyten, wissen wir bei diesen Pflanzen nur das, was aus den folgenden paar Worten der Originalbeschreibungen entnommen werden kann: „Herba parasitica carnosa" Humb. et Bonpl. Corallophyllum; und „Root consisting of thick tortuous fibres dilated near the extremity where they are attached to the plant from which the parasite draws its nourishment" Torrey Ammobroma. Indessen dürfte die letztere Angabe die Wagschale schwer zu Gunsten der Annahme des Parasitismus belasten, zumal da Ammobroma schwerlich als Saprophyt bei seinem Standort: „in desertis arenosis provinciae mexicanae Sonorae würde leben können. Soweit die Saprophyten. —

Beginnen wir jetzt die Betrachtung der echten Parasiten, indem wir für jede einzelne ihrer Gruppen nach kurzer Behandlung der allgemeinen anatomischen Verhältnisse den Bau und die Entwicklung ihrer Befestigungspunkte untersuchen und die vorhandene Literatur über diese resumirend besprechen. Zum Schluss sollen dann noch die sich aus der Vergleichung sämmtlicher Einzelfälle ergebenden allgemein morphologischen Resultate in kurzer Uebersicht zusammengestellt werden.

Orobancheae.

Der Stengel von Orobanche wird weitaus zum grössten Theil aus grosszelligem, stärkemehl- und gerbstoffreichem Parenchym gebildet, welches aussen von einer kleinzelligen, spaltöffnungslosen Epidermis umschlossen und durch den Gefässbündelkreis in Rinden- und Marktheil geschieden wird. Es besteht derselbe im unteren, knollig angeschwollenen Stengeltheil aus einer wechselnden, immerhin ziemlich beträchtlichen Anzahl kreisförmig geordneter, frei im Parenchym verlaufender Gefässbündelstränge, die sich nach oben einander nähern, um bald zu einem geschlossenen, wellig buchtigen Ring zusammenzutreten Es werden dieselben in ihrem äusseren Theil von einem

sehr enge Gitterzellen führenden Weichbastgewebe gebildet, an welches sich gegen das Centrum Tüpfel- und Netzgefässe, sowie Holzfaserzellen anschliessen. Spiralgefässe sind nur wenige von sehr engem Lumen in der Markscheide vorhanden. An kräftigen Stengeln der robusteren Arten, wie Orobanche elatior Sutt., rubens Wallr., caryophyllacea Sm., Rapum Genistae Thuill. und besonders in den colossalen Stämmen der Cistanche lutea Lk. et Hoffmsg. finden sich ausserdem in wechselnder Anzahl kleinere, häufig nur aus wenigen Gefässen und Weichbastelementen bestehende, im Mark zerstreute Bündel, die weiter oben, nach aussen biegend, mit in die Bildung des Gefässbündelringes eingehen. Nur bei Cistanche, wo sie in bedeutender Menge vorkommen, und kräftig entwickelt sind, verlaufen ihrer viele frei bis in die äusserste Stammspitze [1]). Unter den übrigen Gattungen der echten Orobancheen sind besonders Conopholis und Epiphegus hervorzuheben, bei welchen nicht einer, sondern drei regelmässige Gefässbündelkreise vorkommen, deren einzelne Bündel sich auch in den oberen Stengeltheilen nicht zu einem Holzring vereinigen. Bei letzterer Gattung stossen die correspondirenden Bündel der verschiedenen Kreise in radialer Richtung aneinander, während bei Conopholis Parenchymlagen sie von einander scheiden. Im Uebrigen sind sie einander ähnlich und bestehen je aus einem Bündel Bastfasern, Weichbast und Holz. Der Bau der den Stengelgrund der Orobancheen so häufig umflechtenden Wurzeln ist von dem des Stammes nur insofern verschieden, als dieselben constant nur einen centralen Holzkörper aufweisen, der übrigens den Holzbündeln des Stammes völlig ähnlich gebaut ist.

Den Verbindungspunkt des Parasiten mit der Nährpflanze bildet bei allen Orobanchaceen vornehmlich die knollig angeschwollene Stammbasis, die bei manchen Formen, wie z. B. Cistanche lutea, Orobanche Hederae, lucorum, Rapum Genistae, bei sehr mannigfaltiger, durch äussere Einflüsse bedingter Gestalt eine bedeutende Grösse erreicht, die sich aber bei anderen, zumal bei solchen, die nicht wie die erstgenannten vornehmlich auf alten, starken Wurzelästen der Nährpflanze schmarotzen, sondern mehr mit Vorliebe den Faserwurzeln derselben anhaften, wie O. caryophyllacea Sm. oder O. Epithymum Sz., was ihre Dicke angeht, kaum vor den übrigen Sten-

---

1) Vergl. hierzu meine Dissertation: De Lathraea generis positione systematica. Berlin 1865, p. 8.

geltheilen auszeichnet. Auch in der Bewurzelung dieses Stengelgrundes finden sich mannigfache Unterschiede, indem derselbe bei einzelnen Species (O. rubens Wallr.) von einem wahren Nest eng verflochtener Wurzeln umgeben ist, während solche anderen Formen (O. Epithymum) fast gänzlich abgehen. So ziemlich bei allen, der Abtheilung Phelipaea angehörigen Arten von Orobanche, findet man zahlreiche, verflochtene Wurzeln bei geringer oder fast mangelnder Verdickung der Stammbasis. Diese letztere nun sitzt ihrer Nährwurzel ganz direct an irgend einer beliebigen, meist ein wenig angeschwollenen Stelle ihres Verlaufs auf. Dabei findet entweder ausser der beregten Anschwellung keinerlei Veränderung dieser letzteren statt, oder es tritt der Fall ein, dass ihre Verzweigungen, so weit sie, von der Nährpflanze aus gerechnet, über den Ansatzpunkt der Orobanche hinausliegen, verkümmern oder gänzlich absterben, so dass alsdann der Parasit der Wurzelspitze aufzusitzen scheint. In solchen, sehr häufigen Fällen bilden sich, besonders bei den grösseren Formen, wie Cistanche lutea, vermuthlich durch Cambial-Wucherungen mehr oder weniger breite, knollige Anschwellungen oder lappige Verbreiterungen der Nährwurzel, in die dann die Basis des Parasiten wie in eine Schale eingelagert und wulstartig von ihnen umgeben erscheint.

Der anatomische Bau des Ansatzpunktes von Orobanche ist ziemlich einfach; die regelmässige Anordnung der Gefässbündel, wie wir sie im Stengel vorfanden, geht hier völlig verloren; alle einzelnen Bündel verlaufen in ziemlich regelloser Weise nach dem gemeinsamen Befestigungspunkt auf dem Holzkörper der Nährwurzel, so dass der Querschnitt eines Orobanchenstammes in unmittelbarer Nähe seines Anheftungspunktes nur zahlreiche, in ganz ungleichmässiger Weise im Parenchym zerstreute Holz- und Weichbastbündel aufweist. Die Vereinigung der Gewebe des Parasiten mit denen der Nährwurzel geschieht endlich, wie ein Längsschnitt durch die betreffende Stelle am besten lehrt, dadurch, dass sich Epidermis und Epidermis, Parenchym und Parenchym, Weichbast und Weichbast an einander anschliessen und sich innig vereinigen, während die Gefässe mit dem Holz der Nährwurzel in engste Verbindung treten, so dass sich also der ganze Orobanchenstock wie ein Ast der Nährwurzel verhält. In manchen Fällen geht die Verschmelzung der Gewebe beider Pflanzen so weit, dass es schwer ist, die Grenzlinie zwischen ihnen zu ziehen; indess zeichnet sich das Parenchym des Parasiten gewöhnlich vor dem der Nährwurzel durch seinen Stärke-

gehalt; seine Gefässe durch die Kürze und unregelmässige Aneinandersetzung ihrer Elemente aus. Es ist mir nur in seltenen Fällen gelungen, Präparate zu gewinnen, welche die geschilderten Verhältnisse in übersichtlicher Weise darlegten, theils wegen des unregelmässigen und vielfach hin- und herbiegenden Verlaufs der einzelnen Holzbündel des Parasiten, theils aber auch deshalb, weil die jüngsten, äussersten Holzlagen der Nährwurzel fast regelmässig durch die mit dem Eindringen des Feindes verbundenen Störungen zerstreut, auseinandergeblättert, ihm entgegen geneigt und auf mannigfache Weise mit seinen Holzbündeln verschränkt zu sein pflegen, und verweise ich daher hier auf die klaren und naturgetreuen Abbildungen des Gegenstandes, die Caspary[1]) in seiner, weiter unten zu berührenden Arbeit gegeben hat. Ausser dem bisher besprochenen primären Anheftungspunkt werden bei den wurzelreichen Arten noch mehr oder weniger zahlreiche, secundäre seitlich an den Wurzelzweigen gebildet, die jedoch, was ihren anatomischen Bau anlangt, mit dem erstgenannten so vollkommen übereinstimmen, dass sie nicht besonders abgehandelt zu werden brauchen. In vielen Fällen bilden sich in ihrer unmittelbaren Nähe Wurzel-Adventivknospen, die zu vollkommenen blüthentragenden Stengeln auswachsen.

Die Entwicklungsgeschichte von Orobanche kennen wir ebenfalls in Folge von Caspary's[1]) schöner Darstellung genauer, als die irgend eines anderen phanerogamischen Parasiten, und kann ich mich daher unter Hinweis auf dieselbe um so kürzer fassen, als ich ihr nach meiner eigenen, drei Arten (O. minor, O. Hederae und O. ramosa) betreffenden Untersuchung kaum etwas hinzuzufügen wüsste. Der kleine, tief im Endosperm verborgene, jeder Anlage von Cotyledonen oder Plumula völlig bare, eirundliche Embryo wächst bei Beginn der Keimung durch Vermehrung der ihn bildenden Zellen und deren mächtige Dehnung in Richtung seiner vorher fast unkenntlichen Längsachse zu einem Zellfaden aus, der das Endosperm resorbirend und seine Hülle sprengend, bald mit dem Radicularende ins Freie gelangt, während das Stengelende noch längere Zeit von der Testa und dem Rest des Endosperms umschlossen und wie von einer Kappe bedeckt bleibt. Trifft das Radicularende jetzt auf eine ihm zusagende Nährwurzel, so beginnt es sofort seine Versenkung in deren Rindenparenchym und schwillt gleichzeitig unter äusserst

1) Caspary, Ueber Samen, Keimung, Specien und Nährpflanzen der Orobanchen. Flora 37ter Jahrg. 1854. Nr. 37 u. 38. p. 587 et seq. Tab. 3. — Vergl. auch Chatin, Anatomie comparée. Liv. 3 u. 4.

lebhafter Zellvermehrung von unten nach oben fortschreitend in kurzer Zeit zu einer annähernd kugelförmigen Gewebsmasse an. Zugleich hat seine Basis den Holzkörper der Nährwurzel erreicht. Während jetzt in dem jungen Pflänzchen die Gefässbündel als gelbliche, unregelmässig im Parenchym verlaufende Stränge, zarten, protoplasmareichen, gestrecktzelligen Gewebes auftreten, entstehen an seiner ganzen Oberfläche Adventivwurzeln, deren Vegetationspunkt von einer sehr undeutlichen Wurzelhaube bedeckt ist und sein Wachsthum sehr früh einzustellen pflegt. Das Pflänzchen bietet in diesem Entwicklungsstadium ein morgensternartiges Aussehen; in seinem Inneren beginnt die Bildung der Gefässe im Anschluss an die der Nährwurzel. Während sich nun die Wurzeln ihrerseits durch Adventivwurzelbildung verzweigen, wobei die jungen Zweige häufig secundäre Anheftungspunkte bilden und das ganze Pflänzchen lebhaft wächst, geht die Anlegung der zum Blüthenschaft auszuwachsen bestimmten Terminalknospe vor sich, die, wie ich vermuthe, zuvörderst, bevor sie, die sie deckende Gewebsschicht sprengend, zur Gipfelknospe wird, eine Adventivknospe im Scheitel des jungen Pflänzchen darstellt. Die Entscheidung über die Richtigkeit dieser Vermuthung muss indess für jetzt, da mir gegenwärtig geeignetes Material nicht zu Gebot steht, aufgeschoben werden und bleibt weiterer Untersuchung vorbehalten.

Ueber den Parasitismus von Orobanche findet sich wenig Ausführliches in der Literatur. Eine kurze, aber zutreffende Beschreibung des jungen Pflänzchens zur Zeit der ersten Bildung der Adventivwurzeln giebt zuerst Sutton[1]) in einer Arbeit, in welcher er zugleich Orobanche für eine acotyle Pflanze erklärt, wogegen Gärtner[2]) Radicula und Cotyledonen an deren Embryo beschreibt. Vaucher[3]) fand nicht bloss keine Cotyledonen, sondern sogar gar keinen Embryo, und Meyer[4]) endlich verfällt wieder in denselben Fehler wie Gärtner, indem er Cotyledonen für den Orobanchenembryo statuirt. Ueber die Weiterentwicklung desselben finden sich unter den ebengenannten Autoren nur bei Vaucher[5]) folgende, we-

1) Sutton, A description of the 5 british spec. of Orobanche. Transact. of the Linn. soc. IV 174 (1798).

2) Gärtner, fil. supplem. Carpologiae (1805) p. 42—44. tab. 185.

3) Vaucher, Mém. du Museum X. p. 624 (1823).

4) Meyer, Flora altaica. 1830.

5) Vaucher l. c. und Monographie des Orobanches. 1827.

nig klare und theilweise positiv unrichtige Angaben: „Lorsqu' entrainée par les pluies et les arrosements la graine arrive en contact avec les racines du chanvre, elle s'y arrête par son extrémité la plus allongée et y enfonce ces mêmes radicules que l'on a vu se développer dans l'eau.“ Die weitere, sich gleichfalls auf die äusserliche Betrachtung beschränkende Beschreibung fügt den schon von Sutton l. c. gemachten Angaben nichts von Belang hinzu. Erst im Jahr 1854 (die in der Zwischenzeit erschienenen Arbeiten von Duchartre[1]) und Lory[2]) gaben nur anatomische Details über den Stengel, die übrigen[3]) nur systematische Untersuchungen) lieferte Schacht[4]) die erste ausführliche und wesentlich richtige Beschreibung des Orobanchen-Samens, und publicirte Caspary[5]) seine Untersuchungen über dessen Bau und Weiterentwicklung, die, wie schon oben gesagt, den Gegenstand in so erschöpfender Weise behandeln, dass die obige Darstellung kaum mehr, als einen Auszug derselben vorzustellen beanspruchen kann. Ich will indess einige Punkte untergeordneter Bedeutung, die mir noch der Bestätigung zu bedürfen scheinen, aus seiner Darstellung hervorheben. Zunächst konnte ich mich nicht bestimmt davon überzeugen, ob das Radicularende des fadenförmigen Keimlings durch Intercalar- oder, wie Caspary will, durch Spitzenwachsthum, „wie ein Stamm“, sich vergrössert, und glaube ich[6]) ferner, dass er sich getäuscht, wenn er den Adventivwurzeln die Wurzelhaube abspricht, an denen sie im jugendlichen Zustand wohl zu erkennen ist. Ganz richtig scheint mir indessen die Angabe zu sein, dass dem Radicularende des fädlichen Keimlings eine solche fehle, aber es dürfte dasselbe eben auch keine Wurzel, sondern ein Stengeltheil sein. — Auch bei Chatin[7]) endlich finden sich im Allgemeinen richtige, wenngleich sehr schematische Figuren des Ansatzpunktes erwachsener Pflanzen von O. cruenta, O.

1) Duchartre, Note sur l'anat. de l'Orob. Eryngii. Ann. d. sc. nat. sér. III. tom. 4 (1845).

2) Ch. Lory, Obs. sur la respiration et la structure des Orob. Ann. d. sc. nat. sér. III. t. 8 (1847).

3) Vergl. deren Zusammenstellung in Caspary: „Einige Bemerkungen über Orobanche etc“. Verhandl. des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in Preussen, neue Reihe. Jahrgang I. 1858. S. 383.

4) Schacht, Beiträge zur Anat. und Physiol. 1854 p. 170.

5) Caspary in Flora. Jahrgang 37 (1854), Nr. 37 u. 38. p. 577 et seq. tab. 8.

6) Vergl. oben und meine Dissertation: De Lathr. generis positione systematica. Berlin 1865, p. 10.

7) Chatin, Anatomie comparée. Livr. 3 u. 4.

Epithymum und O. ramosa, bei denen jedoch durchweg die Continuität der Gefässe des Parasiten mit denen der Nährpflanze vermisst wird.

Es erübrigt endlich im Anschluss an die Orobanchen noch einer merkwürdigen parasitischen Pflanze der tropischen Nilländer, der Striga orobanchoides Steud. zu gedenken, von welcher ich in Spiritus bewahrtes Material der Güte meines Freundes Dr. Schweinfurth verdanke, der die Pflanze bei Suakim, Cissuswurzeln aufsitzend, zu sammeln Gelegenheit hatte. Der Stengel von Striga orobanchoides besitzt einen breiten, ringsum geschlossenen Holzring, der nach aussen von einer Weichbastschicht umgeben ist, an welche sich noch unregelmässige Bastfasergruppen anschliessen. Mark wurde im erwachsenen Stengel nicht gefunden; sein Rindenparenchym ist sehr grosszellig und gestopft voller runder Amylumkörner von bedeutender Grösse. Wie eine Orobanche sitzt die ganze Pflanze, die in Alkohol eine schwarzblaue Färbung angenommen hat, mit ihrer zu einem dicken, lappigen Knollen angeschwollenen Basis dem Ende einer mittelstarken Nährwurzel auf. An der Insertionsstelle des Parasiten selbst erscheint deren Rinde nach aussen gebogen und zu einer unregelmässigen flachen Schale erweitert. Andeutungen eines derartigen Verhältnisses lernten wir in Obigem schon für Cistanche lutea kennen. Der Längsschnitt des Ansatzpunktes zeigt äusserst zartwandige, sehr stark, und hie und da bis zur völligen Unkenntlichkeit der Elemente collabirte Gewebsmassen, die theils blauschwarz und dem Parasiten angehörig, theils farblos und von der Nährwurzel herstammend, sich in mannigfacher Weise verschränken und zwischen einander schieben. Vielleicht dass dieselben Wucherungen der beiderseitigen Gewebe der secundären Rinde ihren Ursprung verdanken; etwas Bestimmtes darüber konnte ich ihres collabirten und veränderten Wesens halber nicht ermitteln. Es verlaufen in ihnen zahlreiche, unregelmässig geformte und hin- und hergewundene Gefässstränge und wurde die Verbindung zwischen denen des Parasiten und denen der Nährpflanze öfters beobachtet, so dass in den wesentlichen Punkten die Analogie mit Orobanche als gesichert betrachtet werden darf, selbst wenn sich, wie zu erwarten, bei genauerer Untersuchung lebenden Materials noch mancherlei Unterschiede finden sollten.



Balanophoreae.

Die merkwürdige und in so vielfacher Beziehung noch heute räthselhafte Familie der Balanophoreen, die sich, wie es scheint, in ihrer Lebensweise am nächsten an die Orobanchaceen anschliesst, hat in neuerer Zeit zwei verschiedene, so ausgezeichnete und ausgedehnte Bearbeitungen erfahren, dass ich es hier für gerathen halte, zuvörderst deren Inhalt, so weit er auf das Thema dieses Aufsatzes Bezug hat, resumirend zu besprechen und dann erst meine eigenen, spärlichen Beobachtungen im Anschluss daran folgen zu lassen.

Göppert[1]), der die von Junghuhn eingesendeten javanischen Balanophora-Arten untersuchte, fand zunächst einen grossen Unterschied im Bau von deren Blüthenschäften und deren Knollen, mittelst derer sie den Nährwurzeln aufsitzen. Beide bestehen ihm zufolge ihrer Hauptmasse nach aus parenchymatischem Gewebe, in welches zerstreute Holzbündel eingebettet sind, und stehen die im Blüthenschaft gelegenen nirgends mit denen der als caudex bezeichneten Knolle in Verbindung; er betrachtet sie als dem Parasiten eigenthümlich. Die Bündel der Knolle dagegen entspringen in der Insertionsstelle aus dem Holze der Nährwurzel, von dem sie sich auch anatomisch nicht unterscheiden und stellen daher nach seiner Ansicht ein dem Parasiten fremdes Gefässbündelsystem vor. Es würde sonach die Balanophora-Knolle, soweit sie parenchymatisch, dem Parasiten angehören, wohingegen die sie durchziehenden Holz- und Weichbastbündel der Nährwurzel zugehörige Wucherungen vorstellen würden.

Hooker[2]) tritt diesen Ansichten von Göppert geradezu entgegen, indem er zuvörderst einen Zusammenhang zwischen den Bündeln des Stengels und der Knolle statuirt und weiterhin, sich auf die frühesten Entwicklungszustände berufend, die Zugehörigkeit der in der Knolle befindlichen Bündel zum Parasiten behauptet. Als Stütze für diese Ansicht führt er ausserdem die naheverwandten Helosideen an, bei welchen von derartigen zweierlei Gefässsystemen keineswegs die Rede sein könne, und ferner Lophophytum, dessen Gefässbündel mit denen der Nährpflanze gar nicht im Zusammenhang stehen sollen.

---

1) Göppert. Ueber den Bau der Balanophoren. Act. Acad. Caes. Leop. Carol. N. Cur. vol. XVIII. 1842 suppl.

2) Hooker, On the structure and affinities of Balanophoreae. Linn. Transact. vol. XXII.

Was zunächst die Helosideen[1]) betrifft, so kann ich Hooker's desfallsige Angabe nach eigener Untersuchung vollkommen bestätigen. Der Blüthenschaft von Helosis guianensis Rich. weist auf dem Querschnitt zahlreiche, einem stark entwickelten, in den mir vorliegenden Alkoholexemplaren intensiv rothbraun gefärbten Parenchym in unregelmässiger Weise eingelagerte, verhältnissmässig schwache Gefässbündelstränge auf, die neben einigen kurzgliedrigen, weiten Netzgefässen von prismatischer Form zahlreiche, zartwandige, im vorliegenden Material bis zur Unkenntlichkeit collabirte Elemente enthalten. Die unterirdischen Hauptachsen derselben Art, die die eben beschriebenen Blüthenschäfte tragen, zeigen auf dem Querschnitt fünf regelmässige, keilförmige, um das Centrum gruppirte Gefässbündel, deren innerer Theil zumeist aus Gefässen besteht, während der äussere von einem collabirten Weichbastkörper gebildet wird. Das Mark und die Markstrahlen dieses Holzringes, sowie eine schmale, denselben von aussen umgebende Gewebsschicht, bestehen dabei durchaus aus Steinzellen, die sehr deutliche Schichtung der Membran und vielfach verzweigte Porencanäle besitzen[2]). Hooker beschreibt den Bau der Hauptachse von H. mexicana Liebm.[2]) etwas anders; er fand hier sieben Gefässbündel und nur das Mark und den inneren Theil der Markstrahlen, sowie von der den Holzring aussen umgebenden Zone nur die den Gefässbündeln anliegenden Stücke in Steinzellen verwandelt. Diese Steinzellen, deren auch bei Hooker vielerorts gedacht wird, scheinen überhaupt für die Structur der Helosideae mehr oder weniger charakteristisch zu sein; am schönsten finden sie sich bei Phyllocoryne jamaicensis Hook. fil., wo sie sich besonders durch ihre Grösse und die deutliche Schichtung ihrer Membranen auszeichnen. Gar keine derartigen Zellen fand ich indessen bei Scybalium fungiforme Schott u. Endl. und Sphaerorhizon depressum Hook. fil., obgleich die erwähnten Formen, denen noch Rhopalocnemis phalloides Jungh. hinzuzufügen sein dürfte, im Bau ihrer Blüthenschäfte sonst vollkommen mit Helosis übereinstimmen. Ihrem anatomischen Bau zufolge schliessen sich auch

1) Die Materialien zu dieser Untersuchung verdanke ich grösstentheils der Freundlichkeit des Herrn Prof. Hofmeister, der mir dieselben in liberalster Weise zu Gebote stellte. Es bestanden dieselben in einem Ansatzpunkt von Helosis mexicana und zahlreichen Stengelstücken beider Helosis, Sphaerorhizon, Scybalium und Phyllocoryne. Langsdorffia und die Hauptstämme von Helosis guianensis erhielt ich aus dem Kgl. Herbarium zu Berlin durch Herrn Prof. Braun's Güte.

2) Vergl. die Beschreibung und Abbild. bei Hooker l. c. tab. XVI, desgl. tab. XV



Cynomorium Mich., Sarcophyte Sparrm. und Langsdorffia Mart. hier zunächst an. Letztere besitzt ebenso, wie die Helosideen, die prachtvollsten Steinzellen in grosser Menge. Mystropetalon Harv. und die Lophophyteae standen meiner Untersuchung nicht zu Gebote. Auch in Beziehung auf ihre Befestigungsweise an die Nährpflanzen dürften sich die bisher besprochenen Formen einander ähnlich verhalten; in wieweit indess Verschiedenheiten obwalten, muss künftige Forschung lehren. Geeignetes Material zur Untersuchung des Anheftungspunktes einer Helosidee an ihre Nährwurzel lag mir bloss für Helosis mexicana Liebm. vor. Es besteht dasselbe aus einem unregelmässigen, halbfaustgrossen, intensiv rothbraun gefärbten Knollen von rauher, rissiger Oberfläche und brüchiger, etwas zerreiblicher Consistenz, der dem Ende einer federkieldicken Nährwurzel unbestimmbarer Art aufsitzt. Geeignete Präparation der letzteren lehrt, dass ihr Holzkörper sehr zahlreiche, breite Markstrahlen enthält und grösstentheils aus langgestreckten, dünnwandigen Holzzellen und Tüpfelgefässen von mächtigem Lumen besteht. Sein Ende gegen den Parasiten erscheint in zahllose, büschelartig auseinanderweichende, sehr unregelmässig geformte, meistens indessen spitz zulaufende Fetzen zerspalten, die sich ihrer hellgelben Farbe halber leicht von dem sie umgebenden und zwischen sie eingelagerten rothbraunen Gewebe des Parasiten abheben. Dieses letztere also drängt sich in zahllosen Bändern und Streifen oder auch wohl in grösseren Massen zwischen die eben beschriebenen Holzfetzen der Nährwurzel ein, hier und da bemerkt man in ihm längere oder kürzere Reihen der charakteristischen, mit denen des Nährholzes nicht im entferntesten zu verwechselnden Gefässe der Helosis, deren Bündel man indess ihres hin und her gekrümmten und verschlungenen Verlaufes halber nirgends in Continuität zu Gesicht bekömmt. Auf gelungenen Schnitten sieht man auch hie und da einzelne derselben mit den weiten Gefässröhren der Nährwurzel in Verbindung treten, in ganz ähnlicher Weise, wie wir dies bei den Orobancheen und zumal speciell für Striga orobanchoides kennen gelernt haben, eine Form, die überhaupt die Befestigungsweise dieser Gruppe und die der Helosideen zu vermitteln scheint. Durch geeignete Behandlung mit kalter, Schultz'scher Macerationsflüssigkeit kann man derartige Präparate einigermaassen entfärben und dadurch sehr klar und anschaulich machen, so dass also Hooker im Irrthum ist, wenn er von Helosis ausdrücklich angiebt: „for there is certainly no distinct union of their vascular bundles with those of the root." Da die Rinde der Nähr-

wurzel an der Ansatzstelle des Parasiten abgesprungen war, liess sich deren Verbindung mit demselben nicht ermitteln, doch zweifle ich nicht, dass sich auch in dieser Richtung die Aehnlichkeit der Lebensweise der Helosideen und Orobancheen durch weitere Untersuchungen an reichlicherem Material herausstellen wird.

Was die Entwicklungsgeschichte der Helosideen angeht, so ist davon nur so viel bekannt, als aus den in der Monographie von Hooker gegebenen Notizen über dieselbe hervorgeht. Es finden sich in dem besagten Buche verschiedene Abbildungen junger Pflänzchen hierhergehöriger Formen (Sphaerorhizon depressum H. fil. T. 10; Corynaea crassa H. fil. T. 13; Helosis mexicana Liebm. T. 15), deren Uebereinstimmung mit dem Typus der Keimpflanze von Orobanche unschwer zu erkennen ist. Ein solches Pflänzchen besteht aus einem kleinen, jeder Spur von Cotyledonen entbehrenden Knöllchen; Hooker sagt, es sei „a little cellular mass nidulating in the bark of the root." Die bei Orobanche die Oberfläche des jungen Knöllchens bedeckenden Wurzeln fehlen hier durchaus. Ein solches Knöllchen braucht, wie Hooker wenigstens für Rhopalocnemis phalloides Jungh. angiebt, und wie es auch a priori vermuthet werden müsste, mehrere Jahre, um zu der stattlichen blühbaren Pflanze heranzuwachsen und seine Blüthenstände entweder terminal (Sphaerorhizon Hook. fil.), oder aus seitlichen Adventivknospen (Rhopalocnemis Jungh., Corynaea Hook fil.), oder endlich als Seitensprosse eigener aus ihm hervorgehender Hauptstämme (Helosis Rich.) zu entwickeln. Für die, sich schon aus dem Gesagten ergebende, grosse Aehnlichkeit des Entwicklungsganges der hierher gehörigen Formen mit dem der Orobancheen sprechen auch Weddell's[1]) Beobachtungen über die Keimung des Cynomorium Mich., wonach sich der völlig homogene Embryo, wie dort, zu einem fadenförmigen Körper verlängert, dessen Stengelende im Eiweisskörper des Samens verbleibt, während das Radicularende weit aus demselben hervortritt. Auch schwoll das Radicularende eines solchen Keimlings zu einem spindelförmigen Körper an, nachdem es sich an einem Melilotus-Pflänzchen befestigt hatte. Leider konnte Weddell das Cynomorium nicht vor allzufrühem Tode bewahren.

Nach dem Gesagten verbleibt unserer Betrachtung nur noch das Genus Balanophora Forst., bei welchem sich alles weit complicirter gestaltet, als bei allen übrigen Formen der Familie, wenn auch die

1) Weddell, Memoire sur le Cynomorium coccineum. Arch. d. Mus. d'Hist. nat. vol. X. 1858—1861.



Blüthensprossen desselben ebenso einfach gebaut sind, wie die der Helosideen, von denen sie sich nur dadurch einigermaassen wesentlich unterscheiden, dass ihr der Steinzellen bares Parenchym über und über mit einer harzähnlichen Substanz, Göppert's Balanophorin, erfüllt ist und dass im Inneren ihrer Gefässbündel constant je ein weiter Harzgang enthalten zu sein scheint, der wohl durch Resorption der primären Gefässe entstanden sein dürfte. Die Eigenthümlichkeiten der Gattung liegen, wie schon oben bemerkt, vielmehr in dem candex Göppert's, dem basalen Knollen der Pflanze, dessen äussere, zur Charakterisirung der Species dienende Form sich allerwärts beschrieben findet [1]). Die kleinen, kurz oder gar nicht verzweigten Knollen der B. dioica R. Br. sitzen den Enden ziemlich dünner Wurzeln eines mir unbekannten Baumes auf. Der Holzkörper dieser Nährwurzeln besteht aus weiten Tüpfelgefässen, die mittelst runder Löcher der Scheidewände communiciren und aus mässig dickwandigen, denselben ähnlichen Holzfaserzellen. Er weist sehr schmale Markstrahlen auf und wird von einer dünnen Schichte collabirten, braungefärbten, sehr zartwandigen Gewebes, der Cambium- und Weichbastlage, umgeben. An der Stelle nun, wo diese Wurzel in den Knollen des Parasiten eintritt, spaltet sich ihr Holzkörper, ganz wie es Göppert beschreibt, in verschiedene, strahlig auseinanderlaufende Aeste, die sich nach allen Richtungen hin verzweigen und sein Parenchym bis dicht unter die Rinde durchziehen. Der Bau dieser, den Knollen durchsetzenden Stränge ist dabei genau derselbe, wie der des Holzes der Nährwurzel, mit welcher sie auch, wie gesagt, so eng und innig zusammenhängen, dass eine Grenze zwischen ihnen und derselben unmöglich gezogen werden kann. Zum Ueberfluss sind sie durchgehends von der, bei der Beschreibung der Nährwurzel erwähnten Schicht rothbraunen, collabirten Rindengewebes umhüllt. Eigene oder vielmehr von den bisher beschriebenen verschiedene Gefässbündel habe ich nicht gefunden; die gesammte übrige Gewebsmasse der Knolle bestand einfach aus grosszelligem, mit Balanophorin durchaus erfülltem Parenchym. — Ein anderer von mir unter-

1) Auch für Balanophora verdanke ich einen grossen Theil des Untersuchungsmaterials der Freundlichkeit des Herrn Prof. Hofmeister, der mir Spiritus-Exemplare von B. dioica, fungosa und polyandra, sowie eine getrocknete Knolle von B. globosa aus Java zur Disposition stellte; ferner untersuchte ich reiches Material von trockenen Knollen der B. elongata aus der Sammlung des botan. Gartens zu Freiburg i./B. und endlich trockene von Hooker im Himalaya gesammelte specimina der B. dioica aus meinem Herbarium.

suchter Knollen (Taf. XXXII. Fig. 1 u. 2) gehört einem jungen Exemplar von B. globosa Jungh. an und ist durch Göppert selbst in Prof. Hofmeister's Hände gekommen, so dass seine Herkunft aus Junghuhn's Sendungen kaum zweifelhaft sein kann. Junghuhn[1]) giebt nun in seinem Aufsatze an, die Pflanze wachse auf der Wurzel eines Baumes vom Aussehen einer Meliacee, fügt aber dann in den „Allgemeinen Bemerkungen" hinzu, dass sie sich zuweilen auf derselben Wurzel finde, wie B. elongata Bl., von welch letzterer kurz zuvor bemerkt wird, sie wachse: „terrae semiimmersa (spadicum apicibus emersis) in silvis montium Javae fere totius altitud. 6—9000′ in Thibaudiis (microphylla et rosea) et affinibus." Hierdurch wird die Nährpflanze meines Exemplars sehr zweifelhaft, die übrigens ihrem Wurzelbau zufolge recht wohl eine Thibaudia gewesen sein könnte, indem sie die grösste Analogie mit den von mir behufs dieses verglichenen Wurzelhölzern anderer Ericaceen, als Rhododendron ponticum, Clethra acuminata und Cassandra calyculata, zeigt. Es enthält das mit schmalen Markstrahlen versehene Holz der betreffenden, etwa bleifederdicken Wurzel neben weiten, unregelmässig spaltenförmig getüpfelten und mit schrägstehenden, zierlich leiterartig durchbrochenen Scheidewänden versehenen Gefässen und Holzparenchym langgestreckte, spärlich behöft getüpfelte Holzfaserzellen. Sie endigt in dem Ansatzpunkt des Parasiten genau in derselben Weise, wie in dem zuerst betrachteten Falle, indem ihr Holzkörper, in dessen Gewebe eintretend, sich ebenso, wie dort, in vielverzweigte Aeste theilt, die, von dünner Rindengewebshülle umgeben, blind im Parenchym des Parasitenknollens enden (Taf. XXXII. Fig. 2). Es ist nun in hohem Grade bemerkenswerth und dürfte sehr für Göppert's Anschauungsweise sprechen, dass auch hier, wo die leiterförmige Durchbrechung der Gefässscheidewände ein so auffälliges Merkmal darbietet, der Bau dieser Bündel von dem des Nährwurzelholzes nicht im mindesten abweicht, zumal man, wenn die Hooker'sche Ansicht die richtige ist, annehmen muss, dass der Gefässbündelbau so nahe verwandter Pflanzen wie B. dioica R. Br. und B. globosa Jungh. zwar im Blüthenschaft derselbe, im Knollen aber himmelweit von einander verschieden sei. Was die andere Differenz zwischen Göppert und Hooker, die freie Endigung der Blüthenstands-Gefässbündel oder deren Ansatz an die der Knolle angeht, so erlaubte mir mein Material kaum Untersuchungen über de-

1) Junghuhn in Nova Act. Acad. Caes. Leop. Carol. XVIII suppl.

ren Gegenstand, es scheint mir indessen, nach dem, was ich an einem in Alkohol (früher in Essig) bewahrten und in Folge dessen stark macerirten Knollen von B. fungosa Forst. sah, Hooker in dieser Frage im Rechte zu sein.

Ueber die Entwicklung der besprochenen räthselvollen Balanophora-Knolle wissen wir nur sehr Weniges. Nach Hooker's Angaben ist es ziemlich sicher, dass auch hier die Keimung nach Art der Orobancheen erfolgt. Die Bildung der Gefässbündel in dem jungen Knöllchen ist dabei der dunkelste Punkt, da die Entwicklungsgeschichte, auf die Hooker seine Ansicht darüber basirt, zu diesem Zweck bei weitem nicht ausführlich und deutlich genug ist. Er sagt nämlich darüber auf pag. 3 seiner Monographie Folgendes: „In the earliest stage at which I have examined any of the species (vorzüglich B. involucrata, vgl. Taf. 6), the young plant appears as a cellular mass, nidulating in the bark of the root (but partially exposed), with whole cellular tissue its own is in organic adhesion, though easily distinguishable. It offers at first no trace of a vascular system, nor any distinction of parts; but before it has reached the size, an opaque line of white cellular tissue, different from the rest, may be found in the centre of the mass or beneath each of its lobes, in which vascular tissue makes its appearance. Shortly afterwards, the wood of the root upon which the parasite grows appears to become affected; its annual layers are displaced, and at a still later period vascular bundles, inclosed in a cellular sheath, are found in the axis of the rhizome, and are continuous with those already formed in it."

Vergleicht man hiermit Göppert's gewichtige Gegengründe, wie sie sich bei der anatomischen Untersuchung der erwachsenen Knolle ergeben, so wird man unbedingt zu der Ueberzeugung kommen, dass die Acten über diesen Gegenstand noch nicht geschlossen und weitere Aufklärungen darüber nur durch neue, entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen gewonnen werden können. Einen weiteren, der Aufklärung bedürftigen Punkt in der Entstehungsgeschichte der Balanophora-Knolle finden wir in der Frage nach der Entwicklung ihrer Lappen und Verzweigungen und bleibt hier zu untersuchen, ob dieselben durch die Thätigkeit von Ve[illegible] [illegible]unkten oder durch verschiedenseitig gefördertes Inter[illegible] [illegible]sammten Gewebes der jugendlichen Knolle ent[illegible] [illegible]im ausgewachsenen Zustand die Verzweig[illegible] punkten auf, sondern bestehen aus[illegible]

enchym und sind, wie alle übrigen Theile, mit einer festen, braunen Rinde überzogen. Das auf Taf. XXXII. Fig. 1 abgebildete Exemplar von B. globosa Jungh. zeigt, weil es noch keinen Blüthenspross getrieben hat, dieses Verhältniss besonders schön; die ganze Aussenfläche seiner drei nicht allzusehr von einander gesonderten Lappen ist gleichartig warzig berindet und weist auch deren Längsschnitt keinerlei Gewebsdifferenzirung auf. Nach dem Gesagten ist also in der erwachsenen Balanophora-Knolle kein meristematisches Gewebe mehr vorhanden und muss somit die jetzt beginnende Anlegung der Blüthensprossen durch Neubildung secundären Meristems eingeleitet werden. Für die Entwicklung der Blüthensprosse beschränkt sich mein Material wiederum nur auf einen einzigen, schon sehr vorgeschrittenen Fall, der eine in Alkohol conservirte Knolle von B. fungosa Forst. betrifft. Bei dieser fand sich nämlich, im Parenchym einer jeden Zweigspitze verborgen, ein fast ausgebildeter und von zahlreichen Schuppenblättern umhüllter Blüthenspross vor, der dann später bei normaler Weiterentwicklung, das ihn deckende Gewebe sprengend und als lappig zerrissene Hülle an seiner Basis zurücklassend, durch Streckung aller seiner Theile die normale Ausbildung erreicht haben würde. Nach den obigen Auseinandersetzungen kann dieser Trieb nur als ein Adventivspross angesehen werden und es würde daher, falls Göppert's Ansicht bezüglich der Gefässbündel die richtige wäre, hier der interessante Fall einer Pflanze vorliegen, die, in ihrer Hauptachse gefässlos, eigene Gefässbündel nur in ihren Adventivzweigen entwickelte. Jeder Balanophora-Stock scheint übrigens, sobald er einmal das erforderliche Alter erreicht hat, alle seine Blüthensprossen in einer Vegetationsperiode auszubilden; bei den kleinen Formen (B. dioica), die häufig ungelappte Knollen haben und daher auch nur einen Blüthenstand aus deren Spitze entwickeln können (die seitliche Entwicklung eines solchen scheint niemals vorzukommen), ist dies selbstverständlich, es findet aber auch bei anderen, an deren Stöcken ich manchmal sechs bis acht Zweigspitzen zählte (B. elongata Bl.), dasselbe statt, wie ich mich öfters überzeugte und wie auch Hooker angiebt. Ist daher in einem Aste einer Balanophora-Knolle ein Blüthenstand vorhanden, so kann man sicher darauf rechnen, in jeder anderen Zweigspitze derselben gleichfalls einen solchen zu finden. Wenn dann endlich die Entwicklung und Fruchtreife sämmtlicher Blüthensprosse eines Knollens vorüber ist, stirbt derselbe, wie Hooker angiebt, regelmässig ab, und ist auch nach dem, was wir über seinen Bau und seine Lebensgeschichte



aus dem Vorausgegangenen wissen, a priori kaum etwas anderes zu erwarten.

Die einzige hierhergehörige Pflanze, die bei den Alten vorkommt, ist Cynomorium coccineum Mich., der als Heilmittel der mittelalterlichen Apotheken hochberühmte Fungus melitensis, und wurde dieselbe, wie schon ihr eben angeführter Name andeutet, einfach für einen Schwamm gehalten[1]). Als phanerogame Pflanze wurde sie zuerst, so viel ich weiss, von Micheli aufgeführt und, wie aus den folgenden Worten hervorgeht, zugleich richtig als Schmarotzer erkannt. Er sagt nämlich[2]): „Cynomorion est plantae secundariae aut parasiticae genus, quemadmodum in libello nostro de Orobanche Florentiae anno 1710 in lucem edito tradidimus, quod aliarum stirpium radicibus innascitur et alitur ut Anblatum, Clandestina, Hypopitys, Orobanche et similia.“ Zu diesen Angaben kam durch Linné's Dissertation[3]) über den Fungus melitensis nichts Wesentliches hinzu. Durch die mit dem Anfang dieses Jahrhunderts beginnenden Entdeckungen zahlreicher hierher gehöriger Pflanzenformen wurde die Aufmerksamkeit der meisten Beobachter mehr auf die räthselhaft erscheinenden Blüthentheile derselben gelenkt und findet man meist über ihre Parasitennatur nur sparsame und ungenügende Notizen oder naturphilosophische Phantasieen. Es mögen als Beispiele für das Erstgesagte erwähnt werden: Forster's[4]) Beschreibung seiner Balanophora fungosa, ferner die der Langsdorffia hypogaea von Martius in Eschweges Journal von Brasilien[5]) und in „Nova genera et species plantarum“[6]), wo es heisst: „Planta maxima ex parte intra humum pinguem latens, ideoque quasi aphotista, ope fibrillarum rararum fruticum radicibus sese applicans neque tamen eas intrans, et pro parasite vix habenda;“ und endlich die von Endlicher und Schott[7]) gegebene von Lophophytum und Scybalium, in der von beiden nur schlechthin ausgesagt wird, dass sie Parasiten seien. Was die Speculation über unsere Balano-

---

1) Vergl. P. Boccone, Icones et descriptiones rariorum plantarum Siciliae, Melitae, Galliae ac Italiae. 1674. p. 81. tab. 43.

2) P. A. Michelius, Nova plantarum genera. 1729. p. 17. tab. 12.

3) Amoenitates academicae vol. IV. 1788. tab. II. Dissertatio LXV.

4) Forster, Characteres generum plantarum. Lond. 1776.

5) Eschwege's Journal von Brasilien Bd. II. 1818. p. 178.

6) Martius, Nova genera et species plantarum. vol. III. p. 181 et seq. (1829).

7) Endlicher et Schott, Meletemata botanica 1832.

phoreen als über Degenerationen, Wurzelblumen etc. angeht, so verweise ich auf das darüber in der Einleitung Gesagte. Genaueres über den Parasitismus der Balanophoreen findet sich während dieses ganzen Zeitraums, wenn wir von dem, eigentlich schon früher zu erwähnenden Sparrmann[1]), der von seiner auf Mimosen-Wurzeln gefundenen Sarcophyte sanguinea sagt, sie ermangele der Wurzel und sei mit ihrer Substanz parasitisch, absehen, nur bei Blume[2]), der die wesentliche Eigenthümlichkeit im Bau des Knollens von Balanophora richtig erkannte und folgendermaassen beschrieb: „In periodo germinationis harum parasitarum corpus intermedium e ficus radicibus nascitur, naturae carnosae, atque intime coadunatum cum ejus stratis lignosis superficialibus; quarum vasis spiralibus transigitur hocce corpus carnosum, ita, ut aetate lignosum fiat." Bei Unger[3]) findet sich die Hauptmasse der Balanophoreae, nämlich Balanophora, Cynomorium, Sarcophyte, Lophophytum und Ombrophytum in dem dritten gradus insitionis, den er folgendermaassen charakterisirt: „Durch verstärkte Reaction (wahrscheinlich in der Art der Keimung gegründet) wird ein Theil des Gefässsystems der Nährpflanze in den Wurzelstock des Parasiten aufgenommen und dadurch ein Körper gebildet, der sowohl diesem, als der Nährpflanze angehört. Scybalium wird zu Hydnora in den zweiten gradus gebracht, während Helosis und Langsdorffia den vierten gradus bilden, von dem er sagt: „Der Parasit bildet einen Wurzelstock, dessen Zasern sich an die Nährpflanze anheften." Man sieht, dass Unger's Anschauung nicht weit von der Blume's abweicht. Schon zwei Jahre später erhielt sie durch die, Eingangs des Abschnitts schon besprochene Arbeit von Göppert, mit der die Kenntniss der Lebensweise unserer Pflanzen in ein ganz neues Stadium eintritt, im Wesentlichen vollständige, auf weitläufige und genaue anatomische Untersuchungen gestützte Bestätigung.

Hooker's, in seiner Monographie der Familie niedergelegte, mit denen Göppert's nicht überall übereinstimmende Untersuchungen sind schon oben zur Genüge besprochen worden und erübrigt

---

1) Sparrmann in Kongl. Vetenskaps Academiens Handlinger vol. 27. p. 300. tab. 7 (1776); siehe die Uebersetzung in: Schlechtendal, Nachtrag zu Ichthyosma Wehdemanni. Linnaea 1828, p. 671. t. VIII.

2) Blume, Enumeratio plantarum Javae et inss. adjacentium. fasc. I (1827) p. 36.

3) Unger, Beiträge zur Kenntniss der parasitischen Pflanzen. Ann. des Wiener Museum 2 (1840).



daher nur noch Weddell's[1]) Arbeit über Cynomorium coccineum, in welcher der Ansatzpunkt dieser Pflanze ganz ähnlich dem der von mir untersuchten Helosideen beschrieben wird. Es wird hier ausdrücklich der Verbindung der Gefässe des Parasiten mit denen der Nährpflanze Erwähnung gethan, und um die Analogie mit Orobanche noch weiter zu treiben, angegeben, dass der erwachsene Cynomorium-Stock zahlreiche, secundäre, den primären im Uebrigen gleich gebaute Ansatzstellen an die Nährwurzel besitze. In einer Anmerkung bestreitet Weddell, offenbar von der Voraussetzung ausgehend, dass dem Cynomorium derselbe Bau zukomme, wie den echten Balanophoren, die Göppert'sche Deutung des Baues der Knolle von Balanophora, und sagt, dass er bei seinen Untersuchungen nichts derartiges habe finden können. Wir haben oben gesehen, dass diese eigenthümlichen Knollen nur der Gattung Balanophora angehören und dass bei allen Helosideen, sowie bei den übrigen kleineren Gruppen dieses Verwandtschaftskreises allerdings nicht dem Aehnliches vorkommt. Die von Weddell bezüglich der Keimung des Cynomorium-Samens beigebrachten Thatsachen sind an ihrem Ort bereits besprochen worden.

Die neueste Bearbeitung des Anheftungspunktes der Balanophoreae ist die von Chatin[2]). Da dieselbe indess, zum grossen Theil völlig unverständlich, jedenfalls weit hinter denen von Göppert und Hooker zurücksteht, und als auf kärgliches Material gegründet, keine neuen Thatsachen beizubringen vermag, glaube ich sie hier nicht weiter besprechen zu müssen.

Santalaceae.

Der grösste Theil der Familie der Santalaceen besteht aus Bäumen oder Sträuchern, die alle, so viel ich weiss, im Bau ihrer Stengeltheile nur Verschiedenheiten untergeordneten Ranges darbieten. Sie besitzen einen geschlossenen Holzcylinder mit Cambium und Weichbastregion, sowie in der Rinde zerstreute Bastfaserbündel. Ihr Holz wird gewöhnlich von zahlreichen, aber schmalen Markstrahlen durchsetzt, seine Jahrringe sind äusserst undeutlich; es besteht z. B. bei Santalum album fast durchaus aus beinahe bis zum Verschwinden des Lumens verdickten Holzfaserzellen und einzelnen, in ziemlich

1) Weddell, Mémoire sur le Cynomorium coccineum. Arch. du Mus. d'Hist. nat. vol. X. 1858—61.

2) Chatin, Anat. comp. Livr. 12 u. 13.

gleichmässiger Weise vertheilten Tüpfelgefässen. Aehnlich steht es mit allen übrigen, von mir untersuchten Formen, Osyris nicht ausgeschlossen. Nur im Holz von Schäffia fragrans fand ich die Gefässe gruppenweise vereinigt. Die krautartigen Formen der Gruppe (Thesium, Quinchamalium) unterscheiden sich hauptsächlich durch die viel geringere Entwicklung des Holzringes, dessen Markstrahlen auf dem Querschnitt nach der Mitte hin an Deutlichkeit abnehmen, der im Uebrigen aber, wie dort, aus Holzfaserzellen und Tüpfelgefässen besteht, die vereinzelt liegen, aber meist in undeutliche Reihen geordnet erscheinen. Die Wurzeln der Santalaceen besitzen annähernd gleichen Bau ihres centralen Holzes wie die Stengel; in den zarten weissen Seitenwurzeln der Thesien ist derselbe aufs einfachste, mögliche Maass reducirt, indem in deren Rinde von Bastfaserbündeln keine Spur vorkommt, und auch das weichbastumhüllte, axile Holzbündel nur aus einer kleinen Gruppe von Gefässen, die der Holzfaserzellen meist völlig entbehrt, besteht.

Die Anheftung der Thesium-Pflanze an die Nährwurzeln geschieht durch eigenthümliche, ihren Wurzeln in Mehrzahl anhängende Körperchen von eiförmiger, mitunter beinahe glockenförmiger oder fast kugliger Gestalt und wechselnder Grösse. Ich werde sie mit Pitra Haustorien nennen. Sie sowohl, als auch die sie tragenden Würzelchen der Thesium-Pflanze verrathen sich auch im dichtesten Wurzelgeflecht des Rasenbodens leicht durch ihre alabasterweisse Farbe. Ihre Ursprungsstelle zeigt mannichfache Verschiedenheiten; theils sind sie mehr oder weniger deutlich, immer jedoch nur sehr kurz gestielt; theils sind sie sitzend und erscheinen in diesem Fall als seitliche Anschwellungen des sie tragenden Wurzelastes. Ihre Spitze, wie ich den ihrer Ursprungsstelle gegenüberliegenden Theil im Folgenden nennen werde (die beide verbindende Linie soll die Längsachse heissen), liegt im Zustande voller Entwicklung der Nährwurzel mittelst einer kreisförmigen oder kurz elliptischen Fläche fest auf. Natürlicher Weise muss diese Fläche der Aussenfläche der Nährwurzel parallel gekrümmt sein, welch letztere je nach der Dicke der Wurzel einen Cylindermantel von grösserem oder geringerem Radius darstellt. Da nun die Grösse der Ansatzfläche zu der des Haustorium im Verhältniss steht, ergiebt sich, dass die Krümmung derselben wechselnd ausfallen und dann am geringsten sein muss, wenn ein kleines Haustorium einer dicken Wurzel, am stärksten dagegen, oft den ganzen Cylindermantel derselben umfassend und mit den

gegenüberliegenden Rändern aneinanderstossend, wenn ein grosses Haustorium einer sehr dünnen Wurzel aufsitzt. Es liegt also die Haustorialspitze auf der Nährwurzel genau so auf, wie der Sattel auf dem Pferde; der lange Durchmesser ihrer Ansatzfläche ist eine Gerade und läuft der Nährwurzel parallel, der kurze, zum ersteren rechtwinklige, ein je nach der Form des Nährwurzelquerschnitts mehr oder weniger gekrümmtes Segment eines Kreises oder einer Ellipse. Es leuchtet ein, dass diese Verhältnisse in nahem Zusammenhang mit der besprochenen Gesammtform des Haustorium stehen, bei kleiner Anheftungsfläche erscheint dasselbe cylindrisch, bei grosser, stärker gekrümmter, flacher, mehr kuglig oder glockenförmig. Das Abreissen des Haustorium von seiner Nährwurzel erfordert eine gewisse Kraft, die auf innigere Verbindung als blosse Aneinanderlagerung hinweist, und in der That trägt die Nährwurzel nachher nicht bloss einen mehr oder minder deutlichen Abdruck der Anheftungsfläche, sondern es zeigt sich in dessen Längsdurchmesser ein, seine Peripherie nicht erreichender, schmal eiförmiger Streifen, der sich bei mikroskopischer Untersuchung als aus zerrissenem Gewebe bestehend kund giebt, und den man genau in derselben Weise in der Rinne der Ansatzfläche des Haustorium wiederfindet. Wie in der Folge gezeigt werden wird, giebt uns diese schmal eiförmige Figur die Querschnittsansicht der in das Innere der Nährwurzel eintretenden Gewebsmasse des Haustorium.

Was die Anatomie des Haustorium betrifft, so müssen wir hier unterscheiden, ob dasselbe auf der Wurzel einer dicotylen oder einer monocotylen Pflanze schmarotzt. Untersuchen wir zunächst das auf der dicotylen Wurzel, indem wir successiv die beiden Längsschnitte, die wir, je nachdem sie parallel oder quer zur Längsachse der Nährwurzel geführt sind, im Folgenden als den queren und als den parallelen bezeichnen wollen, und indem wir den Querschnitt in verschiedener Höhe der Betrachtung unterziehen. An dem queren Längsschnitt (Taf. XXXIII. Fig. 2) unterscheiden wir zunächst einen peripherischen und einen centralen Theil. Ersterer mag in der Folge die Rinde (R), letzterer der Kern (K) des Haustorium heissen. Die Rinde ist von bedeutender Mächtigkeit und nimmt, je weiter nach vorn, immer mehr zu, während der Kern an Dicke abnimmt, so dass bei weitem der grösste Theil der gesammten Anheftungsfläche, eine breite peripherische Zone derselben, zu ihr gerechnet werden muss. Auf dem queren Längsschnitt erscheint sie daher etwa als eine, den Kern umgebende, jederseits gegen den Vorderrand (v)

fast dreieckig verbreiterte Glocke. Dieser letztere wird natürlich auf dem queren Längsschnitt jederseits von einer Linie gebildet, die mit einem Abschnitt des früher betrachteten kreissegmentförmigen kurzen Durchmessers der Anheftungsfläche zusammenfällt.

Im hinteren Theil eines jeden ungestielten Haustorium liegt an ihrer inneren Grenze das quergeschnittene Gefässbündel der Mutterwurzel, welches aus nicht allzuzahlreichen zartwandigen Elementen von polygonalem Querschnitt und wenigen, gleichfalls polygonalen, zwischen den ersteren zerstreuten Gefässen besteht. Die gesammte Rinde besteht aus Dauerparenchym, dessen äusserste Zellen, wie in der Figur die dicke Grenzlinie gegen aussen andeuten soll, zerdrückt, zerknittert und inhaltsleer zu sein pflegen. In der Mitte wird die gesammte Rinde durch einen eigenthümlichen, mehr oder minder breiten Streifen (S) in zwei Zonen gesondert, deren äussere aus derbwandigem Parenchym besteht, dessen mehr oder weniger polygonale Zellen dicht mit grossen eiförmigen Stärkekörnern erfüllt sind. Die innere Rindenschicht, gleichfalls parenchymatisch, besteht aus viel kleineren polygonalen, regelmässigen Zellen, die rundliche Amylumkörner von sehr geringer Grösse in grosser Menge enthalten[1]. Da die Amylumkörner hier sehr dicht gedrängt liegen, erscheint diese gesammte Schicht auf dicken Längsschnitten jederseits wie ein breiter dunkler Längsstreif. Lufthaltige Interstitien, die in der äusseren Rindenlage sehr zahlreich vorhanden sind, kommen hier nur sparsam vor. Der zwischen beiden Schichten verlaufende Grenzstreifen (S) besteht einzig und allein aus inhaltsleeren, abgestorbenen und zusammengedrückten Zellen, deren Membranen hie und da zu einer homogenen, streifigen, gelben Masse verwandelt sind, in der die einzelnen Zellmembranen nicht mehr erkannt werden können, während sie an anderen Orten mehr oder weniger deutlich und durch halbzerknitterte oder zerrissene Zellen und Zellenreste mit dem benachbarten lebenden Gewebe verbunden sind. Solche Streifen, denen wir öfter wieder begegnen werden, mögen ein für allemal Trennungsstreifen heissen. Nach vornen in dem mehrerwähnten dreieckigen Randtheil der glockenförmigen Rinde tritt zwischen dem Trennungsstreifen und der inneren Rindenschicht meistentheils eine Lücke auf, die theils leer und lufthaltig, theils mit einem, aus grossen verzerrten inhaltsleeren Zellen bestehenden Parenchym erfüllt ist (i). Von der Anheftungsfläche selbst (a) ist sie geschieden, indem die innere

1) Die Untersuchung fand Mitte Juli statt.



Rindenparenchymschicht diese letztere überzieht und rings an deren freiem Rande dadurch direct in die äussere übergeht, dass der Trennungsstreifen kurz vor demselben zwischen beiden endigt. (Siehe die Abbildung dieser gesammten Verhältnisse in Taf. XXXIII. Fig. 2.)

Der axile Körper des Haustorium hat im grossen Ganzen flaschenförmige Gestalt. Der eiförmige Bauch der Flasche liegt innerhalb der Haustorialrinde, von dieser ganz umgeben; ihr halsartiger Fortsatz ragt, wie ein Zapfen über die Ansatzfläche hinaus vorspringend, weit in das Gewebe der Nährwurzel hinein (Taf. XXXIII. Fig. 2 bei z). In Folgendem soll der von der Haustorialrinde umschlossene Theil des axilen Körpers als Haustorialkern, der in der Nährwurzel gelegene als Saugfortsatz bezeichnet werden.

Betrachten wir zunächst den Bau des Haustorialkerns, indem wir gleich im Voraus bemerken, dass der des Saugfortsatzes, mit geringen Abweichungen, demselben ähnlich ist und nach Betrachtung des ersteren in Kürze abgehandelt werden kann. Auf dem queren Längsschnitte, den wir bis jetzt fortwährend im Auge behalten haben, ergiebt sich dessen Zusammensetzung aus drei verschiedenen Zonen, die nach hinten sämmtlich in directem Zusammenhang mit dem querdurchschnittenen Gefässbündel der Mutterwurzel stehen, während sie nach vornen in unmerklicher Weise in den Saugfortsatz verlaufen. Die eilängliche Form des Ganzen ist hauptsächlich eine Folge des Umstandes, dass sein centrales Gewebe, das Kernparenchym (L), sowohl an seiner Ansatzstelle an das Gefässbündel der Mutterwurzel, als beim Uebergang in den Saugfortsatz, einen wenig breiten Strang darstellt, während es zwischen beiden als mächtiger, eiförmiger Gewebskörper entwickelt ist. Da nun die beiden äusseren Schichten des Kernes dasselbe als Hüllen von überall gleicher Dicke umgeben, bleibt die Form des Ganzen dadurch natürlich im Wesentlichen unverändert dieselbe. Die äusserste Schicht des gesammten Haustorialkernes besteht aus protoplasmareichem Gewebe, dessen einzelne sehr zartwandigen Elemente sich einerseits, da sie mehr parenchymatischer Natur, durch Grösse und Form an die oben betrachteten der inneren Rindenschicht anschliessen (p), wodurch, wenn nicht der ihnen constant mangelnde Amylumgehalt der letzteren eine scharfe, sehr natürliche und auf den ersten Blick sichtbare Grenze abgäbe, beider Trennung eine sehr schwierige Aufgabe sein würde. Andererseits gehen sie gegen die Längsachse des ganzen Organes ganz allmählich aus der parenchymatischen Form in die gestreckter, dünnwandiger Zellen (p′), wie sie in Weichbast und Cambium vor-

kommen, über, und hängen die derartigen Elemente direct mit den zartwandigen Zellen des Gefässbündels der Mutterwurzel zusammen. Es folgt auf diese Lage nach innen die Gefässzone, die sich auf unserem Längsschnitt in Form zweier, am Gefässbündel der Mutterwurzel entspringender Gefässstränge darstellt. Der Grund des von einem jeden dieser beiden Stränge eingehaltenen, bogigen, nach aussen convexen Verlaufs (g) wurde schon oben bei Besprechung der Form des ganzen Kernes erwähnt. Ein solcher Strang besteht einzig und allein aus Gefässelementen, welche meist kurz, unregelmässig gestaltet und aneinandergelagert, und mit netzartigen Membranverdickungen versehen zu sein pflegen. Hier und da erkennt man zwischen denselben einzelne, gestreckte, zartwandige Elemente, die dann von denen der vorherbetrachteten, inneren Lage der Aussenschicht des gesammten Kernes nicht unterschieden werden können. Ueberhaupt nimmt man, zumal im hinteren Theil des Haustorium, wahr, dass nähere Beziehungen zwischen der Gefässschicht und der Innenlage der Aussenschicht des Kernes vorhanden sind. Es pflegt hier nämlich die Continuität der Gefässbögen gänzlich aufgehoben zu sein. (Das bei Taf. XXXIII. Fig. 2 nur gering entwickelte Verhältniss tritt stärker bei Fig. 1 derselben Tafel hervor.) Die Innenlage der äusseren Kernschicht und das noch zu besprechende Kernparenchym grenzen dann mehr oder weniger unmittelbar aneinander, während einzelne, vielfach zickzackförmige Gefässreihen theils auf der Grenze beider, theils innerhalb des ersteren Gewebes verlaufen und die Verbindung der Gefässbögen mit dem Bündel der Mutterwurzel bewerkstelligen. Näheres über den genetischen Zusammenhang beider Gewebsschichten wird bei Betrachtung der Entwicklungsgeschichte des Haustorium nachgetragen werden. Die letzte der zu betrachtenden Gewebspartien des Haustorialkernes ist das axile Kernparenchym (L), welches sich bei Anwendung sehr schwacher Vergrösserung als eine homogene, trübe, etwas durchscheinende, gelbliche Gewebsmasse darstellt. Wie die Fig. 2 der Taf. XXXIII zeigt, wird es, zumal im hinteren Theil, von sehr kleinzelligem, lückenlosem Gewebe gebildet, dessen zartwandige, isodiametrische, polygonale Zellchen mit protoplasmatischem Inhalt und grossem Zellkern erfüllt sind. Nach vornen ändert sich der Charakter dieses Gewebes einigermaassen, indem seine weniger dicht aneinandergedrängten Zellen unter allmählicher Abrundung die polygonale Form verlieren. Weiter nach vorn, an der Grenze des Saugfortsatzes geht ihre Gestalt unter weiterer Lockerung ihres Zusammenhanges ins eiförmige



und eilängliche über (b). Häufig (Taf. XXXIII. Fig. 5 a) findet sich in der Längsachse dieses Gewebes die Andeutung einer Linie, die besonders dicht oberhalb des Beginnes des Saugfortsatzes deutlich, und hier bisweilen sogar zu einer schmalen Lücke im Gewebe erweitert ist. Diese Linie wird immer beiderseits durch etwas convergirende und über das normale Maass vergrösserte Zellen begrenzt; wo sie als Lücke im Gewebe auftritt, ragen die anstossenden Zellen papillenartig in sie vor, und ist in derartigen Papillen der in einem Netz von Protoplasmasträngen aufgehängte Zellkern ganz besonders deutlich zu erkennen.

Der Saugfortsatz (r) schliesst sich in seinem Bau so eng an den Haustorialkern an, dass eine davon gesonderte Betrachtung desselben nur aus Gründen grösserer Uebersichtlichkeit gerechtfertigt sein dürfte. Er besteht aus den directen Fortsetzungen aller im Obigen für den Kern des Haustorium betrachteten Gewebe. Dieselben haben jedoch hier sämmtlich in sofern eine Modification erlitten, als ihre Elemente bei weitem stärker in der Richtung der Längsachse des Haustorium gedehnt sind. Demgemäss finden wir im queren Längsschnitt seine äussere Gestalt im Allgemeinen cylindrisch, im Querschnitt schmal elliptisch, wobei jedoch natürlicherweise die durch den Druck des umgebenden Gewebes der Nährpflanze veranlassten Abweichungen von dieser Gesammtform nicht in Betracht kommen können. An seiner Spitze zeigt er in den meisten Fällen eine mehr oder weniger deutliche, dem längeren Durchmesser seines Querschnitts parallele Rinne, durch welche er gleichsam in zwei seichte Lappen getheilt wird. Es hängt diese Formeigenthümlichkeit mit einer Verbreiterung und leichten Auswärtsrichtung seiner Gefässstränge, die wir weiter unten zu betrachten haben werden, zusammen. Constant, wenn auch in verschieden starker Entwicklung auftretend, trägt er seitlich einen ihn rings umgebenden Vorsprung, der im Längsschnitt unserer Taf. XXXIII. Fig. 2 jederseits ein scharfkantig vorspringendes Dreieck (m) darstellt. Der gesammte Saugfortsatz liegt, wie schon früher erwähnt, in der Rinde der Nährpflanze, mit seiner Spitze an deren Holzkörper anstossend, und wird von beiden durch eine unregelmässig entwickelte Schicht einer homogenen, gelben, stark lichtbrechenden, unten näher zu besprechenden Substanz getrennt. Der Bau seiner einzelnen Gewebe bietet wenig Besonderes. Das Kernparenchym durchzieht seine Achse als ein schmaler Strang gegen sein Ende hin mehr und mehr verlängerter, zartwandiger, protoplasmareicher Zellen. Die innere Lage der Kern-

aussenschicht verhält sich so sehr ebenso, dass die Elemente beider sich nur noch ihrer Lage nach unterscheiden lassen; ihre äussere Lage dagegen endigt jederseits oberhalb des beschriebenen seitlichen Vorsprungs (m). Alle Zellen der beiden erstgenannten Gewebe zeigen eine undeutliche Anordnung in Längsreihen, deren ganz besonders durch Längsdehnung ausgezeichneten Endelemente ihre abgerundeten, bisweilen leicht keulig erweiterten Spitzen theils an die Zellen des Weichbastes, theils an die des Holzkörpers der Nährwurzel anlegen. Die Gefässstränge des Haustorium endlich erleiden bei ihrem Eintritt in den Saugfortsatz in sofern eine Veränderung, als ihre Elemente von hier ab länger und regelmässiger werden. Auch wird ihr Verlauf etwas modificirt und erleidet, während ihre Endelemente, büschelig auseinandertretend und sich auf dem kürzesten Weg mit den Gefässen der Nährwurzel in Verbindung setzend, die Entstehung der beiden, oben für den Vorderrand des Saugfortsatzes beschriebenen flachen Lappen verursachen, eine hierzu gleichfalls mitwirkende, leichte, seitliche Ausbiegung. Die oben des Weiteren beschriebenen, seitlichen Ecken (m) bestehen aus ziemlich kleinzelligem Parenchym, dessen Elemente, wenn auch kleiner, sonst denen der äusseren Lage der Aussenschicht des Haustorialkerns ähneln, mit denen sie auch, wie wir später sehen werden, in genetischem Zusammenhang stehen. Von der beregten Aussenschicht werden diese Ecken jedoch durch einen Trennungsstreifen zerdrückter Zellen, der an der Grenzkante zwischen der Ansatzfläche der Haustorialrinde und dem Saugfortsatz seinen Ursprung nimmt, geschieden.

Alle im Obigen betrachteten Theile werden wir mit Leichtigkeit auf dem Querschnitt des Haustorium (Taf. XXXII. Fig. 5) wiederfinden. Wir sehen hier zuvörderst, dass die Gefässschicht keinen vollständigen Mantel um das Kerngewebe bildet. Sie besteht vielmehr aus zwei breiten, etwas halbmondförmigen Massen, die einander gegenüberliegen (Taf. XXXII. Fig. 5 a), zwischen ihren Endpunkten grössere oder kleinere Zwischenräume lassen und durch den queren Längsschnitt, wie wir sahen, der Länge nach durchschnitten werden. Der von ihnen umschlossene, eilängliche Raum ist das Kernparenchym, welches an der Unterbrechungsstelle der beiden halbmondförmigen Gefässmassen unmittelbar an den schmalen, ausserhalb dieser gelegenen Ring der Aussenschicht des Haustorialkernes (Taf. XXXII. Fig. 5 b) anstösst. Das Gewebe beider erscheint dabei nahezu homogen, und rührt dies daher, dass man die langstreckigen Zellen der Aussenschicht des Kernes sämmtlich im Querschnitt zu sehen



bekommt, wo sie dann natürlich wenig von einem kleinzelligen Parenchym verschieden aussehen. Von aussen wird das Ganze von der breiten, parenchymatischen Rinde umgeben, in welcher wir zwei Trennungsstreifen (c, c′) als unregelmässige Kreislinien erkennen, die an der Seite, wo die Gefässbänder liegen, stark entwickelt, an den damit abwechselnden aber nur als zarte Linien angedeutet sind. Aus dem Gesagten erhellt leicht, dass der parallele Längsschnitt, falls er genau die Medianebene des Haustorium trifft, gar keine Gefässe aufweisen kann, indem er ja beiderseits durch die zwischen den Gefässbögen gelegenen Lücken geht, in welchen, wie wir oben erwähnt, die Innenlage der Aussenschicht des Kernes in ziemlich unmerklicher Weise mit dem Kernparenchym verbunden ist, und indem er weiterhin im Saugfortsatz in eine Ebene mit dessen apicaler, gefässloser Rinne zu liegen kommt. Im Saugfortsatz bekommt man jedoch auch auf diesem Schnitt bei der grossen Annäherung der beiden Gefässmassen und ihrer bekannten büscheligen Verbreiterung (Taf. XXXIII. Fig. 2 r) immer Gefässe in wechselnder Menge zu Gesicht. Man erkennt deren Ansatzstellen (in Taf. XXXIII. Fig. 4 hat das Haustorium den Gefässkörper der Nährwurzel abnormer Weise nicht erreicht); um sie herum sieht man die zartwandigen Elemente büschelartig auseinandergebogen und vermag ihre reihenweise, nach der verschmälerten Ursprungsstelle des Haustorium hinlaufende Anordnung zu verfolgen. Ihre Endigungen sind in den meisten derartigen Präparaten in exquisiter Weise von der mehrerwähnten gelben, stark lichtbrechenden Masse (Taf. XXXIII. Fig. 4 a) umgeben. Es hat diese Masse offenbar den Abschluss des Haustorium gegen seine Nährwurzel zum Zweck, und wird sie daher, wo sie schwach entwickelt ist oder gar fehlt, von dieser durch Bildung mehr oder minder dicker Korklagen zu ersetzen gesucht. Die Figuren Taf. XXXIII. Fig. 1, 2, 4 und Taf. XXXII. Fig. 5 werden die geschilderten Verhältnisse am besten erläutern.

Eine bedeutende Modification erleidet der Bau des Haustorium, im Falle es auf einer monocotylen Wurzel schmarotzt und betreffen die dann eintretenden Veränderungen vornehmlich die Rinde und den Saugfortsatz, während der Kern sich in beiden Fällen fast völlig gleichbleibt. Unsere Fig. 4 der Taf. XXXII und ebenso, schwach vergrössert, Taf. XXXIII. Fig. 3 stellt den queren Längsschnitt eines einer Graswurzel anhaftenden Haustorium von Thesium pratense dar. Da diese Wurzel sehr dünn ist, wie es bei den Monocotylen unserer Wiesen der gewöhnliche Fall, so ist zunächst die Ansatzfläche

der Haustorialrinde stark gekrümmt und umfasst beinahe den ganzen Umfang des Nährwürzelchens. Während, wie wir oben sahen, in dem einfacheren Falle die gesammte Rinde mit einer, an ihrem Rande beträchtlich dickeren, den Kern umgebenden Glocke verglichen werden konnte, aus deren Oeffnung der Saugfortsatz hervorragt, finden wir sie hier aus zwei, drei, ja selbst mehreren ähnlichen, im hinteren Theile verwachsenen und nur an den wulstigen Vorderrändern freien Glocken (Taf. XXXII. Fig. 4 a′, a″, a‴) zusammengesetzt. Mitunter auch sind einige derselben nur halbseitig ausgebildet, so dass man einerseits mehr der ihren freien Vorderrändern entsprechenden, ziemlich schmalen Vorsprünge zählt, als andererseits. Eine wechselnde Anzahl dieser Vorsprünge liegt innerhalb der parenchymatischen Nährwurzelrinde, deren vorderster beträchtlich breiter und dicker, als die anderen, mit seiner Innenseite die der Schutzscheide fest anliegende Ansatzfläche des Haustorium bildet. Im Folgenden werden diese, schon mit blossem Auge sichtbaren, ringförmigen Vorsprünge als Anheftungsfalten bezeichnet und ihrer Lage nach, von hinten nach vornen fortschreitend, als erste, zweite, dritte etc. beziffert werden. Jede einzelne solche Anheftungsfalte hat so ziemlich dieselbe Structur, die der gesammten Rinde in dem früher besprochenen Fall zukommt; sie besteht aus einer äusseren, grosszelligen und mit derberen Amylumkörnern erfüllten, und einer inneren, durch einen der bekannten Trennungsstreifen von dieser geschiedenen, Parenchymschicht, die sich durch kleinere und dicht mit kleinkörniger Stärke erfüllte Zellen auszeichnet. Die starke Dickenentwicklung der letzten Anheftungsfalte kommt dabei grossentheils auf Rechnung der inneren dieser beiden Schichten. Nach hinten gegen den Ursprung des Haustorium gewinnt die gesammte Rindenparenchymmasse ein homogenes Ansehen; die von den einzelnen Falten herstammenden Trennungsstreifen verlieren sich in derselben, entweder einzeln (T), oder nachdem sie sich zuvor zu einem breiten Band vereinigt haben (F). Wie die Figur zeigt, kommen beide Fälle an verschiedenen Stellen eines und desselben Haustorium vor. In der Fuge (K), die jede Anheftungsfalte mit dem Ursprung der nächstfolgenden bildet, finden sich constant braune und zerdrückte Fetzen, die sich bei genauerer Untersuchung als eingeklemmte, und gänzlich abgestorbene Theile des Rindenparenchyms der Nährwurzel zu erkennen geben. Wie wir schon oben sahen, kann hier für den Haustorialkern auf das früher Gesagte verwiesen werden, und bleibt nur der Mangel der äusseren Lage seiner Aussenschicht zu erwähnen,



wodurch dann die gesammte äussere Kernschicht homogen und aus verlängerten, dünnwandigen Zellen, wie wir sie im Früheren für ihre innere Lage kennen lernten, gebildet erscheint.

Der innerhalb monocotyler Nährwurzeln gelegene Saugfortsatz bietet grosse Mannigfaltigkeit seiner Gestalt, und ist dies kaum zu verwundern, wenn man bedenkt, dass er genöthigt ist, die sehr feste Schutzscheide und das Holz zu spalten, um seine Gefässe denen der Graswurzel anlegen zu können. Bei weitem am häufigsten findet sich der in Taf. XXXII. Fig. 4 abgebildete Fall, wobei Schutzscheide und Holz der Graswurzel durch einen tiefen und unregelmässigen Längsriss gespalten und durch die in diesen eingeklemmten Gefässe und dünnwandigen Zellen klappenartig mehr oder weniger weit auseinandergedrängt werden. Da hierbei der Holzkörper der Nährwurzel gewöhnlich für die ganze Breite des Saugfortsatzes viel zu klein ist, so pflegt von den beiden lappenartigen Vorsprüngen seines Vorderrandes nur einer hineinzudringen, während sich der andere (n), höchstens ein kleines Fragment (t) der Schutzscheide und des Holzes abtrennend, zwischen ihn und die letzte Anheftungsfalte (die Ansatzfläche) einschiebt, wo sich seine sämmtlichen dünnwandigen Zellen alsdann in weiterhin unthätiges, gestrecktzelligem Parenchym ähnelndes Dauergewebe umwandeln. In grösseren Graswurzelzweigen liegen beide Lappen der Saugfortsatzspitze in deren Holzkörper, von dem dann zwei tangentiale Risse zwei Fragmente abspalten und nach beiden Seiten hin auseinander und von der Hauptmasse wegschieben. Wenn der seltenste Fall eintritt, dass nämlich der ganze Saugfortsatz in den Holzkörper eines kleinen Würzelchens eindringt, wird dieser oft gänzlich gespalten, oder es kommt doch zu so starker Erweiterung des fast seine ganze Dicke durchsetzenden Risses, dass dessen Ränder nur noch einen ganz stumpfen Winkel und, wie in einem der beobachteten Fälle, sogar fast eine gerade Linie bilden. Von der in dicotylen Wurzeln vorhandenen seitlichen Kante des Saugfortsatzes (Taf. XXXIII. Fig. 2 m) ist hier niemals auch nur eine Spur vorhanden. Betreffs seiner Anatomie kann ich auf das oben Gesagte verweisen.

Abnorme Haustorien kommen an den Wurzeln der Thesien in grosser Anzahl vor, und es sind zumal fast alle diejenigen verkrüppelt, die die angeschwollenen Enden kleiner, hakig gebogener Seitenzweige vorstellen. Zuvörderst findet man an sonst normalen häufig nur das eine Gefässbündel entwickelt, oder wenigstens eine Ungleichheit in der Ausbildung beider, wie sie nach dem Obigen häufig und

beinahe normal in dünnen monocotylen Wurzeln vorkommt, auch als Abnormität in solchen dicotyler Gewächse. Eine der häufigsten Anomalien besteht aber darin, dass das Kernparenchym gänzlich oder theilweise zu Grunde geht und collabirt, während seine Mitte dann grosse, lufthaltige Lücken und Hohlräume enthält. In allen den erwähnten Verkrüppelungsfällen tritt übrigens durchweg eine Erscheinung ein, die auch sonst mitunter bei gesund aussehenden Haustorien vorkommt, nämlich die Anfüllung der Gefässlumina mit einer dunkelgelben, stark lichtbrechenden, etwas körnigen Masse, mit welcher zugleich ein völliges Verschwinden der sonst vorhandenen Verdickungsleisten Hand in Hand geht.

Im Anschluss hieran mag erwähnt werden, dass auch in den Zellinhalten des Kernparenchyms grosse Verschiedenheiten gefunden werden. In vielen Haustorien enthielten dessen Zellen körniges, graues Protoplasma als Wandbeleg, wandständigen Zellkern und geräumige, centrale Vacuole. Nach kurzem Liegen in Wasser oder Glycerin pflegt dann starke Contraction und Ablösung des protoplasmatischen Wandbelegs von der Membran zu erfolgen. In anderen Fällen enthielten die Zellen desselben Gewebes fast nur wässerige Flüssigkeit, während ein homogenes, gelbes, lichtbrechendes Klümpchen (der veränderte Zellkern?) ihrer Membran fest anlag. Es ist mir wahrscheinlich, dass diese letzteren im Absterben begriffene Haustorien waren, es mangeln jedoch vorerst positive Beweise hierfür, zumal da Haustorien beider Formen und solche in erster Entwicklung in grosser Zahl an ein und derselben Mutterwurzel vorzukommen pflegen.

Die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte des Thesium-Haustorium wird besonders dadurch erleichtert, dass, wie eben erwähnt, Haustorien der verschiedensten Entwicklungsstadien sich an einer und derselben Wurzel vorfinden, und man in Folge davon im Laufe der Untersuchung immer eine gewisse Anzahl solcher Fälle zu sehen bekommt. An einer Stelle der Thesiumwurzel bildet sich durch lebhafte und rasch aufeinanderfolgende Theilung einer circumscripten Partie des Rindenparenchyms ein Ballen secundären Meristems von rundlicher oder rundlich eiförmiger Gestalt. Die Epidermis der betreffenden Stelle folgt der Entwicklung dieses Meristems durch Theilung und starke Dehnung, so dass ihre zuvor rechteckigen, mit wenig welligen Seitenwänden versehenen Zellen jetzt mehr oder weniger quadratisch oder von unregelmässiger Form erscheinen. Der Meristemballen sitzt also jetzt der ihn tragenden Wurzel als ein

seitlicher Auswuchs an; er nimmt beträchtlich an Grösse zu, und zwar so, dass das Wachsthum seines Achsentheiles durch das seiner Peripherie überholt wird und dessen Vorderfläche somit rinnenförmig vertieft und von einem wallähnlichen Rande begrenzt erscheint. Zwei gegenüberliegende Seiten dieses wallartig vorspringenden Vorderrandes wachsen nun (Taf. XXXII. Fig. 3 a) stärker, als die mit ihnen abwechselnden, sie dehnen sich zu lappenartigen, gegeneinander geneigten Vorsprüngen aus, und stellen auf diese Weise die oben beschriebene, sattelförmige Gestalt der Vorderfläche des gesammten jungen Haustorium her, auf welcher zu dieser Zeit eine Epidermis nicht mehr zu unterscheiden ist, indem auch diese in die Bildung des homogenen kleinzelligen Meristems einging (Taf. XXXII. Fig. 3). Trifft das junge, wie wir sahen, aus einem von dünner parenchymatischer Hülle umgebenen Meristemcylinder bestehende Haustorium (Taf. XXXII. Fig. 3) jetzt auf eine Nährwurzel, so wird seine Anheftung unter geringer Formveränderung seiner Vorderfläche bewerkstelligt. Erfolgt keine Befestigung an einer solchen, so geht das intercalare Wachsthum weiter und wird das Organ zu einem kurzen, hakig gekrümmten Zweiglein mit axilem Gefässbündel, dessen Spitze den Charakter eines jungen Haustorium behält, und wohl auch hie und da ihren Ansatz an eine Nährwurzel wie ein solches bewerkstelligt. Es liefern, wie schon oben bemerkt, solche mehr oder minder gestielt erscheinende Haustorien zu den dort beschriebenen Krüppeln bei weitem das grösste Contingent. Tritt dagegen der entgegengesetzte Fall ein, dass sie nämlich auch dann auf keine Nährwurzel stossen, so hört endlich, indem ein Theil ihrer inneren Gewebe collabirt und sich grosse Luftlücken in ihrer Spitze bilden, während ihre Rinde in Dauerparenchym übergeht, alles weitere Wachsthum in ihnen auf, und stellen sie dann die kleinen, rechtwinklig abstehenden Zweiglein vor, die der Thesium-Wurzel ihren eigenthümlichen Habitus geben.

Indem wir zu der normalen Entwicklungsweise zurückkehren, schicke ich voraus, dass ich dieselbe nur an solchen Haustorien untersuchte, die monocotylen Wurzeln aufsassen; für den einfacheren Fall des Aufsitzens auf dicotylen wird sich die Entwicklung leicht aus dem Beobachteten erschliessen lassen. Taf. XXXIII. Fig. 5 stellt uns den queren Längsschnitt eines solchen jungen Haustorium dar. Nach geschehener Befestigung des Haustorium auf seiner Nährwurzel geht also alsbald eine peripherische Schicht desselben aus dem meristematischen Zustand in Dauergewebe über, und dies in centri-

petaler Folge; eine breite peripherische Ringschicht der Ansatzfläche nimmt an diesem Vorgang lebhaft Theil; über das Verhalten des centralen Theiles derselben konnte ich jedoch keine Gewissheit erlangen, weil ich kein Präparat erhielt, bei dem nicht schon die Anlage des Saugfortsatzes in Bildung begriffen gewesen wäre. Möglicherweise wird hier gar kein Dauerparenchym entwickelt, vielleicht indessen, und so schien es z. B. im abgebildeten Falle bei (c h), kommt eine ganz geringe Lage desselben zur Ausbildung und wird dann bei der Entwicklung des Saugfortsatzes auseinandergedrängt und zur Seite geschoben. Wie dem auch sei, so viel steht fest, dass eine etwaige Ablagerung von solchem Dauerparenchym auf den centralen Theil der Anheftungsfläche, im Gegensatz zu dessen massenhafter Entwicklung in der umgebenden ringförmigeh Zone und dem Rindentheil des Haustorium, gar nicht in Betracht kommen kann. Berücksichtigt man zugleich die feste Verbindung der gesammten Anheftungsfläche mit der Oberfläche der Nährwurzel, so erhellt, dass die unbeschränkte centripetale Ausbildung dieses Dauergewebes nur kurze Zeit währen kann, und es zeigt sich, dass die Grenze in der That sehr bald erreicht und überschritten wird, welches letztere nur dadurch möglich, dass die innen neu gebildeten Dauerzellen einen Theil der äusseren zusammendrücken und deren Raum einnehmen. So wird der erste Trennungsstreifen (Taf. XXXIII. Fig. 5) gebildet, der um so mächtiger werden muss, je länger besagte centripetale Dauergewebsbildung fortdauert. Während dessen vergrösserte sich der innere, im meristematischen Zustand verbliebene Theil des Haustorium durch intercalares Wachsthum vornehmlich an der ihm verbliebenen Partie der Ansatzfläche, und dringt sein Gewebe, wie mir scheint, durch mechanischen Druck zwischen die Zellen der Nährwurzelrinde keilartig ein, diese immer weiter auseinanderschiebend (Taf. XXXIII. Fig. 5 i). Die so auseinandergetriebene Gewebsmasse der Nährwurzelrinde zeigt sich auf dem queren Längsschnitt (Taf. XXXIII. Fig. 5 π) jederseits als ein Lappen, der zwischen den centralen Meristemkeil und den in Dauerparenchym verwandelten ringförmigen Aussentheil der Ansatzfläche eingeschlossen ist. Auf der Schutzscheide der Graswurzel angekommen, legt sich die vordere Fläche des keilartig eingedrungenen Meristemkörpers dieser fest an, während zugleich auf der Aussenfläche des gesammten, in theilungsfähigem Zustand verbliebenen Gewebscylinders des ganzen Haustorium von neuem die Bildung von Dauerparenchym beginnt. Es nimmt an derselben, ebenso wie vorher, die peripherische Vorderflächenpartie der der Schutz-

scheide angedrückten Meristemmasse unter lebhafter Zellenbildung und Dehnung in Richtung der Tangente der Nährwurzel (Taf. XXXIII. Fig. 5 h) Antheil, während dies für die Mitte besagter Vorderfläche jetzt, im Gegensatz zu dem voriges Mal Bemerkten, bestimmt nicht der Fall ist. Ganz in derselben Weise, wie wir es bei der ersten peripherischen Dauergewebsbildung im Haustorium kennen lernten, entsteht auch jetzt wieder ein ebensolcher Trennungsstreifen, der aber im hinteren Theil des Haustorium, wo keine centripetale Dauerparenchymbildung ohne Zerstörung älterer, einer früheren Ablagerung angehöriger Dauerzellen möglich ist, die äussere Grenze des zweiten Dauergewebsringes bilden wird, so dass dieser also der Aussenschicht ermangelt. Wenn die Entwicklung dieses zweiten Ringes länger andauert, wird öfters stellenweise die gesammte Innenschicht des ersten zerstört, so dass sich dann die Trennungsstreifen beider vereinigen (Taf. XXXII. Fig. 4 F) und von dem ersten nur noch die Aussenschicht übrig ist. Im vorderen Theile des Meristemcylinders, soweit er in der Nährwurzelrinde liegt, geht die besagte peripherische Dauergewebsbildung anfänglich auf Kosten der letzteren vor sich und bildet sich in der oben beschriebenen Weise eine neue, der Schutzscheide derselben anliegende Anheftungsfläche, während die Rindenparenchymfetzen (Taf. XXXIII. Fig. 5 π), die zwischen dieser und der früheren Anheftungsfläche liegen, auf möglichst kleinen Raum zusammengepresst und durch die Dehnung ihrer Zellen aus dem Zusammenhang mit der übrigen Nährwurzelrinde gerissen werden. Man findet sie dann als braune vertrocknete Reste in dem Winkel zwischen der Aussenseite der neuen Ansatzfläche und der Innenseite der früheren, die jetzt zur ersten Anheftungsfalte geworden ist (vgl. Taf. XXXIII. Fig. 5 und Taf. XXXII. Fig. 4). Es ist nach dem Gesagten klar, dass die Bildung der ersten Anheftungsfalte auf demselben Vorgang beruht, dem in dem hinteren Theil des Haustorium die erste Dauergewebshülle ihren Ursprung verdankt, und dass ebenso die neue Ansatzfläche und der zweite Dauergewebsring des Haustorium wiederum demselben Bildungsvorgange angehören. Eine dritte Wiederholung desselben Prozesses würde also vornen eine neue Ansatzfläche herstellen und dadurch die alte zur zweiten Anheftungsfalte degradiren, im hinteren Theile des Haustorium aber die Bildung einer neuen, peripherischen Dauergewebsschicht oder Zusammendrückung eines ebenso grossen Theiles der früheren und somit die Vermehrung der Trennungsstreifen bewirken. Aus der Untersuchung sehr zahlreicher Fälle geht nun hervor, dass die Bildung der

Anheftungsfalten jedesmal dann beendet ist, wenn die vorderste derselben, die jeweilige Ansatzfläche des Meristemcylinders, der Schutzscheide der Nährwurzel aufliegt. Während daher Haustorien, die auf monocotylen Wurzeln mit dicker parenchymatischer Rinde schmarotzen, der Bildung mehrerer Anheftungsfalten benöthigt sein werden, würde das unserer Betrachtung zu Grunde gelegte bei weiterer Ausbildung doch nur eine solche zur Entwicklung gebracht haben (vgl. Taf. XXXIII. Fig. 5).

Wenn die Anlegung der Anheftungsfalten und somit die Entwicklung des Rindentheiles ihr Ende erreicht hat, beginnt die Differenzirung des Kernes in seine einzelnen Gewebe und die Anlegung des Saugfortsatzes. In dem ursprünglich homogenen, centralen Meristemkörper lässt sich zuvörderst eine Sonderung des Gewebes in einen axilen Strang (Taf. XXXIII. Fig. 5 b) und einen diesen umhüllenden Cylinder (Taf. XXXIII. Fig. 5 p) erkennen. Der axile Strang, dessen Zellen, zumal in seinem vorderen Theil, undeutlich in queren Reihen geordnet sind, wird zum Kernparenchym, seine früher erwähnte, manchmal spaltenartig erweiterte Medianlinie ist schon jetzt vorhanden, sie verengert sich durch lebhafte Theilung des umgebenden Gewebes; über ihren Ursprung weiss ich nichts Bestimmtes zu sagen. Der diesen axilen Strang umhüllende Cylinder ist nach aussen durch keine bestimmte Grenze vom Parenchym der Rinde geschieden und gehen seine amylumreichen äusseren Zellen noch zu einer Zeit in Rindenparenchym über, in der sein innerer Theil den langstreckigen dünnwandigen Zellen der äusseren Schicht des Haustorialkernes den Ursprung giebt. An seiner Grenze gegen den axilen Strang werden durch eintretende Längstheilungen die ersten Anlagen der Gefässstränge gebildet (Taf. XXXIII. Fig. 5 x), wie es scheint, ziemlich weit vornen beginnend und nach hinten zu fortschreitend. Indem jetzt in der gesammten Umgebung der meristematischen Ansatzfläche mächtige Längsdehnung aller Zellen eintritt, wird durch die Gewalt des so erzeugten Druckes Schutzscheide und Holz der Nährwurzel in unregelmässigem Längsrisse gespalten, der gewonnene Raum vom Gewebe des jungen Saugfortsatzes ausgefüllt, und kommt endlich durch weitere Ausbildung aller der einzelnen Gewebe, deren Entwicklung wir oben verfolgt, der Bau des erwachsenen Haustorium (Taf. XXXII. Fig. 4) zu Stande.

Wie schon gesagt, ist es unter Zuhülfenahme der eben abgehandelten Entwicklungsgeschichte leicht, aus dem fertigen Bau zu erkennen, dass auch das auf dicotylen Wurzeln schmarotzende Hau-

storium trotz vielfacher Abweichungen demselben Entwicklungsgange folgt. Der Hauptunterschied besteht darin, dass hier, nach Anlegung der Ansatzfläche an die äussere Nährwurzelrinde, der Saugfortsatz, rasch das saftige Rindenparenchym durchwachsend, ohne eine zweite intramatricale Ansatzfläche zu bilden, bis zum Holzkörper vordringt und sich zu definitiver Form entwickelt. Indessen unterbleibt die Ablagerung des zweiten Dauerparenchymringes niemals ganz; ihre Rudimente finden wir im fertigen Zustand (Taf. XXXIII. Fig. 2) als Aussenlage der äusseren Kernschicht (Taf. XXXIII. Fig. 2 p) persistirend, ohne jedoch in ein eigentliches Dauerparenchym übergegangen zu sein. Damit zusammenhängend finden wir auch im fertigen Saugfortsatz das Rudiment der zweiten Ansatzfläche, welches auf dem queren Längsschnitt jederseits als eine uns von früher her bekannte, parenchymatische, vorspringende Ecke (Taf. XXXIII. Fig. 2 m) erscheint.

Bei Osyris alba, deren allgemein anatomische Verhältnisse schon oben ihre Besprechung fanden, ist das Haustorium, wenn auch wesentlich mit dem von Thesium übereinstimmend, doch in so vielen Beziehungen davon verschieden, dass es eine genauere Behandlung wohl verdient. Wie aus der, ein solches, einer Syringen-Wurzel ansitzendes, Haustorium in natürlicher Grösse darstellenden Fig. 6 der Taf. XXXII hervorgeht, ist es ein Körper von beträchtlicher Grösse und mehr oder weniger steiler, bisweilen auch (Taf. XXXII. Fig. 7) flach kegelförmiger Gestalt, der der dicken Nährwurzel mit grosser, mässig gekrümmter, rundlich eiförmiger Ansatzfläche anhaftet. Seine Verbindung mit der Mutterwurzel findet hinten an der Spitze des kegelförmigen Körpers statt. Bei genauerer Untersuchung seines queren Längsschnittes (Taf. XXXII. Fig. 7) fällt zunächst die mächtige Entwicklung der parenchymatischen Haustorialrinde ins Auge, die, wie bei Thesium, den hier verhältnissmässig sehr kleinen und schmalen Kern mit seinen Gefässbündeln umschliesst. Es bietet diese breite Parenchymmasse keine anatomischen Besonderheiten dar; ihre sämmtlichen, stärkeerfüllten Zellen haben im Alkohol eine intensiv braune Färbung angenommen. Nahe der Ansatzfläche dieser mächtig entwickelten Rindenmasse, dieselbe in zwei ungleiche Theile, einen schmalen unteren und einen sehr dicken oberen, theilend, verläuft auch hier wiederum ein Trennungsstreifen von ganz besonderer Mächtigkeit (Taf. XXXII. Fig. 7 a). In dem dunkelbraunen Gewebe liess er sich in allen Fällen schon mit der Lupe als heller Strich

ganz deutlich erkennen; seine einzelnen Zellgrenzen und Membranen sind sehr verwischt, hier und da ganz unkenntlich und in die viel beregte, stark lichtbrechende, gelbe Masse verwandelt. An der Oberfläche ist die gesammte Rinde von mehreren Lagen dünnwandiger Korkzellen bedeckt. Was den Haustorialkern (Taf. XXXII. Fig. 7 b) betrifft, so bietet derselbe bei Osyris, abgesehen von seiner schon vorher erwähnten auffallenden Kleinheit, kaum etwas Bemerkenswerthes; sein wenig massiges Kernparenchym besteht aus ziemlich grossen, in Richtung der Längsachse mehr oder weniger verlängerten und mit trübem protoplasmatischem Inhalt erfüllten Zellen; seine, wie bei Thesium, in Zweizahl vorhandenen Gefässbündel haben mehr das Aussehen compacter Stränge, als dort; ihre Elemente sind gestreckter, weniger unregelmässig und in dichterer Zusammendrängung, sowie paralleler Lagerung zu grösseren Bündeln vereinigt. Weitaus der wichtigste Unterschied zwischen Thesium und Osyris aber liegt im Verhalten des, sonst in histologischer Hinsicht nicht auffallend abweichenden, Saugfortsatzes der letzteren. Seine Gewebe bilden die unmittelbare Fortsetzung derer des Haustorialkernes, ohne dabei, wie bei Thesium, eine excessive Verlängerung zu erfahren. Auch der Ansatz seiner Gefässe an das Syringenholz geschieht in derselben Weise wie bei Thesium. Seine Form ist einfach cylindrisch; von den seitlichen Ecken, in denen wir oben die Rudimente einer zweiten intramatricalen Ansatzfläche erkannten, findet sich keine Spur. Aber bei der Bildung des einfachen Saugfortsatzes steht die Entwicklung des Osyris-Haustorium nicht still, vielmehr besitzt der Rand seiner vorderen, dem Syringenholz anliegenden Saugfortsatzfläche ein weiteres Wachsthumsvermögen, indem er sich entweder in unregelmässiger Weise in das Rindenparenchym der Syringe wendet, oder sich, in zum Holzkörper tangentialer Richtung weiterwachsend (Taf. XXXII. Fig. 7 w), zwischen diesen und sein Cambium einschiebt. Im ersteren Falle entstehen unregelmässige, lappige, parenchymatische Ausbreitungen des Saugfortsatzes, die demselben sowohl auf dem parallelen, als auch auf dem queren Längsschnitt ein wechselndes und verschiedenartiges Aussehen geben, während im letzteren Fall das Vorderende des Saugfortsatzes zu einer, diesen an Durchmesser übertreffenden, Platte oder Scheibe ausgedehnt erscheint, deren Umfang sich bei fortgesetztem Marginalwachsthum natürlicherweise immer vergrössern muss. Auf unserem Längsschnitt erscheint der Rand dieser Scheibe, soweit er die Breite des Saugfortsatzes überragt, jederseits als ein zwischen Holz und Cambium eingeschobener, nahezu



fingerförmiger Zapfen, der durch die Thätigkeit seiner Spitze zu wachsen scheint. Er besteht seiner Masse nach aus zartwandigen, ziemlich kleinen, protoplasmareichen, und kleinkörnige Stärke führenden, polygonalen Zellen (Taf. XXXII. Fig. 8), deren äusserste um ein weniges verlängert und allerseits senkrecht auf die Aussenfläche gestellt erscheinen (Taf. XXXII. Fig. 8 a). In seiner Mitte liegen zahlreiche Gefässstränge, die mit denen des Saugfortsatzes in Verbindung stehen, deren Elemente jedoch von den dort vorkommenden durch weit unregelmässigere Form und minder parallele Lagerung verschieden zu sein pflegen. Sie werden rings von dünnwandigen, langstreckigen Zellen umgeben (Taf. XXXII. Fig. 8 b), die ohne deutliche Grenze in das umgebende polygonale Parenchym übergehen. Durch die Thätigkeit des auf oben erwähnte Weise von seinem Holzkörper abgehobenen Cambiums der Nährwurzel wird, während des eben geschilderten Marginalwachsthums, auf den vorspringenden Rand wiederum Holzgewebe abgelagert. Es erscheint somit jeder der beschriebenen fingerförmigen Zapfen des queren Längsschnittes von einer Schicht Syringenholz überlagert (Taf. XXXII. Fig. 7 y). Diese neugebildete Holzschicht überspringt bei dem Uebergang vom steilen Rande dieses Zapfens den durch dessen Dicke und die Fläche des alten Holzes gebildeten Winkel, so dass in Folge davon hier eine dreieckige Lücke vorliegt (Taf. XXXII. Fig. 7 z und Taf. XXXII. Fig. 8 n), die von einem, durch schrittweise Uebergänge mit den normalen Holz- und Markstrahlzellen mehr oder weniger verbundenen, grosszelligen Holzparenchym (Taf. XXXII. Fig. 8 n) erfüllt ist. Es hat dieses Gewebe Aehnlichkeit mit dem der Markflecken; seine in geschlossenem Verbande stehenden Zellen sind von verschiedenartiger Form, haben weite Lumina und mässig verdickte, mit zahllosen, unbehöften Tüpfeln versehene Membranen. In einem der beobachteten Fälle ging die Complication sogar noch weiter, indem sich nämlich auf der oberen Fläche des zwischen Holz und Cambium der Nährwurzel eingeschobenen Randes durch Vermehrung und starke Verlängerung ihrer hier ganz besonders protoplasmareichen Zellen eigenthümliche, stumpfe Vorsprünge (Taf. XXXII. Fig. 8 m) gebildet hatten, die in die Cambiumschicht eingeschoben waren und mit ihrem freien Rand an das Rindenparenchym der Nährwurzel anstiessen. Es erschien in dem betreffenden Falle das zwischen sie abgelagerte Holz der Nährpflanze in verschiedene unregelmässige Theile getrennt, eine Erscheinung, die, wenn sie auch in den bisher betrachteten Fällen kein Analogon findet, doch ihre nicht zu unterschätzende Bedeutung für

die Morphologie des Haustorium in einem der späteren Abschnitte bekunden wird.

Es bleibt uns nur noch, die Entwicklung der jungen Thesiumpflanze von ihrer Keimung an in Kürze zu besprechen, über die sich in der Literatur nur die folgenden Angaben von F. Schultz[1]) und Thilo Irmisch[2]) finden. Letzterer sagt, dass die Keimpflanzen schon sehr jung Haustorien entwickeln und dass ihre Keimung und das Wachsthum ihrer Wurzeln sich in keiner Weise von dem anderer Pflanzen unterscheide, ebenso ersterer: „Die Arten der Gattung Thesium entwickeln sich aus dem Samen ganz wie gewöhnliche Pflanzen und bekommen dann an den Aesten der Wurzeln Saugscheiben." Ich kann die Angaben genannter Autoren nach Einsicht einer sehr vollständigen Sammlung von Pflänzchen des verschiedensten Alters, deren Mittheilung ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. De Bary verdanke, nur bestätigen. Im ersten Jahr wächst der Embryo, dessen lange, lineale, fast fädliche Cotyledonen längere Zeit mit der Spitze in den Samenhüllen stecken bleiben, zu einem einfachen, unverästelten, etwa zolllangen Pflänzchen heran, seine Pfahlwurzel verzweigt sich im Boden und treiben diese Zweige alsbald allerwärts Haustorien, mittelst derer sie sich an den Wurzeln benachbarter Pflanzen befestigen. Der Terminaltrieb des Pflänzchens entwickelt sich von jetzt ab nicht weiter; aus den Achseln seiner Cotyledonen entspringen eine Mehrzahl von Anfangs niederliegenden Zweigen, so dass im zweiten Jahre das Pflänzchen schon die Eigenthümlichkeiten seines Wuchses darbietet, die ihm für die Dauer seines Lebens verbleiben werden. Ueber die Keimung von Osyris liegen mir keine Thatsachen vor.

Die Parasitennatur von Thesium wurde von Mitten[3]) im Jahre 1847 entdeckt, und beschrieb derselbe die Haustorien, indem er sie zugleich durch ein gutes Habitusbild, sowie durch den schwach vergrösserten Quer- und Längsschnitt eines solchen illustrirte. Kunze[4]),

---

1) F. Schultz, Beobachtung über Ajuga genevensis, Thesium intermedium und das Verhältniss der Schmarotzer zur Nährpflanze. Flora Jahrg. 37 (1854), p. 401.

2) Thilo Irmisch, Kurze botanische Mittheilung. Flora Jahrg. 36 (1853), p. 521. tab. 7.

3) Mitten, On the Economy of the roots of Thesium Linophyllum. Hooker London Journal of bot. vol. VI. 1847. p. 146. tab. 4.

4) Kunze, Referat Bot. Zeit. 5 (1847), p. 361.

der über Mitten's Entdeckung referirte, fügte hinzu, er habe auch an mehreren ausländischen Santalaceen-Formen Haustorien an den Herbariumsexemplaren gefunden. Eine einigermaassen detaillirte Darstellung des inneren Baues eines solchen, einer dicotylen Nährwurzel aufsitzenden Haustorium, soweit man denselben auf dem allein abgebildeten Längsschnitte erkennen kann, giebt zuerst Chatin[1]) für Thesium humifusum. Es ist diese Darstellung jedoch in vielfacher Hinsicht sehr ungenau, in anderer sogar gänzlich fehlerhaft, es müsste denn sein, dass, was ich nicht glaube, Thesium humifusum einen durchaus anderen Bau seines Haustorium aufwiese, als alle anderen verwandten Arten. Chatin beschreibt nämlich, von aussen nach innen fortschreitend, folgende Theile desselben: a) Epidermis, b) äussere Parenchymlage (die äussere Schicht der parenchymatischen Rinde), c) repli préhenseur parenchymateux (unsere Ansatzfläche), d) repli préhenseur fibreux (nach unserer Terminologie Trennungsstreifen), e) parenchyme intérieur (Kernparenchym), f) cône vasculaire de renforcement (axiler Gefässstrang), und endlich g) cône perforant (Saugfortsatz). Hierzu muss bemerkt werden, dass auf der Abbildung die Trennungsstreifen aus völlig unversehrten Zellen von prosenchymatischer Form zu bestehen scheinen, während sie doch in Wirklichkeit, wie wir im Früheren gesehen haben, von ganz gewöhnlichen, aber völlig zerstörten und zerdrückten Parenchymzellen gebildet werden. Ferner ist in der ganzen Abbildung von einer scharfen Trennung der einzelnen Gewebsmassen, wie sie der Natur entsprechen würde, keine Rede. Der Saugfortsatz, dessen Spitze allerdings den Holzkörper der Nährwurzel erreicht, besteht auf derselben einzig und allein aus homogenem Parenchym. Bei weitem die grösste Naturwidrigkeit liegt aber in dem gezeichneten axilen, in der Mitte des Kerngewebes weit vor dem Beginn des Saugfortsatzes endigenden Gefässbündel, indem ja, wie aus dem früher Gesagten hervorgeht, gerade die Achse des Haustorium vom Kernparenchym erfüllt ist, welches beiderseits von breiten Gefässbändern umschlossen wird. Die erste naturgetreue, durch mehrere Abbildungen erläuterte Beschreibung der Thesium-Haustorien lieferte Pitra[2]), der ihre Zusammensetzung aus Kernparenchym, zwei Gefässbögen und Aussenrinde als dreier streng von einander geschiedener Gewebsmassen richtig erkannte und die erste genaue Darstel-

1) Chatin, Anat. comp. d. veg. Livr. 8 u. 9 (1857, 1858).

2) Pitra, Ueber die Anheftungsweise einiger phanerogamischer Parasiten an ihre Nährpflanzen. Bot. Zeit. 19 (1861), p. 69.

lung des Saugfortsatzes mit den Ansatzstellen seiner Gefässe an die der Nährwurzel gab. Auch das Verhalten des Haustorium, wenn es auf monocotylen Wurzeln schmarotzt, wurde von Pitra untersucht, und die Entwicklungsweise der oben des weiteren besprochenen Anheftungsfalten ohne Kenntniss von ihrer Entwicklungsgeschichte aus dem fertigen Zustand allein im Wesentlichen richtig erschlossen. Das Eindringen des Saugfortsatzes in die Schutzscheide der Graswurzel erklärt er durch den von demselben auf diese ausgeübten Druck, der ihre Spaltung und Sprengung bewirkt. Die Zusammensetzung der Trennungsstreifen aus zerdrückten Parenchymzellen hat auch Pitra nicht erkannt und lässt er sie, wie Chatin, aus Zellen eigener Art von prosenchymatischer Form bestehen, von denen er aber ausdrücklich sagt, und in der Zeichnung andeutet, dass ihre einzelnen Membranen nicht deutlich erkennbar seien. Auch er macht sein Bedenken gegen Chatin's Zeichnung der Haustorien geltend, und führt den Ursprung der letzteren auf schräge Durchschnitte desselben zurück, eine Deutung, die, wenn sie auch die anderen Mängel jener Zeichnung zu erklären vermag, meiner Ansicht nach nicht für das oben besprochene centrale Gefässbündel genügen dürfte. Der Entdecker der Haustorien von Osyris ist Planchon[1]), der sie den Wurzeln so ziemlich aller Pflanzen, die bei Montpellier die Hecken bevölkern, anhaften sah. Er gab eine kurze Beschreibung ihrer äusseren Form, sowie des Saugfortsatzes und seiner Gefässbündel. Bei Chatin[2]), dessen Anatomie von Osyris nichts davon enthält, wird Planchon's Entdeckung mit kurzen Worten in einem späteren Hefte bei Gelegenheit der „Remarques générales" zur Gruppe der „Thésiacées" Erwähnung gethan.

Rhinanthaceae.

In dem Stengel der Rhinanthaceen unterscheidet man als scharf von einander geschiedene Regionen Rinde, Holzring und Mark. Die parenchymatische Rinde, die von einer spaltöffnungsreichen Epidermis bedeckt wird, bietet, mit Ausnahme hier und da vorkommender grösserer oder kleinerer Luftlücken, nichts Auffälliges. Man findet solche Lücken besonders schön entwickelt in den vier Kanten des Stengels von Rhinanthus minor, die ihr Dasein fast allein einer Fal-

1) Planchon, Sur le parasitisme de l'Osyris alba. Bullet. de la soc. bot. de Fr. 1858 Juillet.

2) Chatin, Anat. comp. Livr. 10.



tung der Epidermis verdanken. Der Holzring wird von der parenchymatischen Primärrinde bei den meisten hierher gehörigen Formen nur durch eine schmale Zone Weichbastgewebes geschieden, zu der indess bei Bartsia und manchen Pedicularis-Arten noch zerstreute Bastfasergruppen hinzukommen. Er entbehrt ausgebildeter Markstrahlen, die öfters nur angedeutet sind und bei manchen Arten ganz zu fehlen scheinen, was auch von vielen Autoren angegeben wird, und besteht aus Holzfaserzellen, Tüpfel- und Netzgefässen, die in radialen Reihen geordnet zu sein pflegen. Spiralgefässe sind nur in der innersten Zone desselben, der Markscheide vorhanden. Auf die mannichfachen Eigenthümlichkeiten, die der Stammbau von Lathraea und Tozzia bietet, einzugehen, ist hier nicht am Ort, und verweise ich desswegen hierfür auf Chatin und meine Arbeit über die systematische Stellung der Lathraea Squamaria. Auch bei den Rhinanthaceen unterscheiden sich die Wurzeln in ihrem Bau von den Stengeln kaum durch etwas anderes, als das ihnen zukommende centrale Gefässbündel; sie sind bei den einjährigen Formen meist ausserordentlich dünn, während sie bei anderen, wie z. B. Lathraea Clandestina nicht unbeträchtliche Dicke erreichen oder stellenweis sogar (bei den Pedicularis-Arten aus der Verwandtschaft der P. comosa) knollenartig angeschwollen erscheinen. In beiden Fällen ist dabei die Verdickung fast gänzlich auf Rechnung der parenchymatischen Primärrinde zu schreiben, deren Masse dann überwiegend vermehrt zu sein pflegt, während ihre Zellen zugleich gewöhnlich von Amylum strotzen.

Die Rhinanthaceen schmarotzen in ähnlicher Weise, wie die Santalaceen, durch eigenthümliche, kleine, ihren Wurzelverzweigungen seitlich anhängende, und an den Wurzeln anderer, umgebender Pflanzen befestigte, auch äusserlich denen von Thesium nicht unähnliche Organe, die, wie dort, mit dem Namen Haustorien bezeichnet werden können, die jedoch immerhin in ihrem Bau wesentlich von diesen abweichen, indem sie uns im Allgemeinen dieselben Verhältnisse in bedeutend vereinfachter Form vor Augen führen. Das übersichtlichste Bild eines solchen Haustorium liefert die Untersuchung von Rhinanthus minor und werden wir daher bei der folgenden Betrachtung desselben diese Pflanze wählen, zumal sie geringere Präparationsschwierigkeiten bietet, als alle anderen der Gruppe. Die für die Haustorien der letzteren in Betracht kommenden Abweichungen sollen dann mit Bezugnahme darauf nachgetragen werden. Die

Haustorien von Rhinanthus minor sind klein und erreichen nur selten die mittlere Grösse derer von Thesium pratense; dabei sind sie nicht milchweiss, sondern mehr oder weniger bräunlich und etwas durchscheinend, ein Umstand, der ihre Auffindung in dem Wurzelgeflecht des Rasenbodens sehr erschwert. Ihre Gestalt ist viel weniger flach, auch niemals so ausgeprägt glockenförmig wie dort, sondern immer annähernd rundlich oder rundlich eiförmig. In Bezug auf ihre, der Nährwurzel aufsitzende Vorderfläche verhalten sie sich ähnlich wie diese; auf stärkeren Wurzeln ist deren Krümmung gering, während zarte, dünne Nährwurzeln, besonders solche monocotyler Gewächse häufig rings von ihr umfasst werden (Taf. XXXIV. Fig. 1—4). Alle untersuchten Rhinanthus-Haustorien waren ungestielt, der Querschnitt des Gefässbündels ihrer Mutterwurzel fand sich auf dem queren Längsschnitt innerhalb der Rindenschicht vor (Taf. XXXIV. Fig. 3a); gestielte Haustorien und Haustorialzweige habe ich nicht gesehen, wie denn überhaupt alle Abnormitäten hier viel seltener vorzukommen scheinen, als bei den Thesien.

Gehen wir bei der Betrachtung des inneren Baues eines Rhinanthus-Haustorium wiederum vom queren Längsschnitt desselben aus, so finden wir zunächst wieder die drei, uns schon von Thesium her bekannten Haupttheile, die Rinde, den Kern und den von diesem ausgehenden Saugfortsatz, doch sind die Grenzen derselben gegeneinander viel weniger deutlich vorgezeichnet, als dort. Die in mässiger Stärke entwickelte Rinde (Taf. XXXIV. Fig. 3 b) besteht aus locker zusammengefügtem, grosszelligem Parenchym, dessen sämmtliche Elemente mehr oder weniger parallel zur Längsachse des Haustorium gestreckt zu sein pflegen. Amylum fand sich zur Zeit der Untersuchung, Mitte Juli, der Blüthezeit der Pflanze, nicht darin vor. Bei denjenigen Haustorien, die auf dicotylen Wurzeln schmarotzen, bleibt sich der eben beschriebene Bau der Rinde überall, auch unmittelbar an der Ansatzfläche, ziemlich gleich, bei solchen hingegen, deren Rinde von beiden Seiten monocotyle Wurzeln umfasst, womit übrigens zugleich immer die Verdrängung des Rindenparenchyms und die Anlegung der Ansatzfläche auf die Schutzscheide der Nährwurzel Hand in Hand geht, gewinnen ihre Zellen in dieser Gegend beträchtliche Grösse und mehr tafelartige Form (Taf. XXXIV. Fig. 3 c), wobei sie in radiale Reihen (immerhin selten so regelmässig, wie Taf. XXXIV. Fig. 3 zeigt) geordnet erscheinen, innerhalb deren sie von Innen nach Aussen successiv bedeutend an Grösse zunehmen, so dass die kleinsten zu innerst, die grössten zu äusserst

zu liegen kommen. Von den für die Rinde des Thesium-Haustorium so charakteristischen Trennungsstreifen findet sich hier auch nicht eine Spur; in gleicher Weise fehlen dem Rhinanthus-Haustorium, auch wenn es auf monocotylen Wurzeln schmarotzt, die oben bei Thesium vorgefundenen Anheftungsfalten. Das, wie schon vorhin erwähnt, im hinteren Theil der Haustoriumrinde gelegene, quergeschnittene Gefässbündel der Mutterwurzel weist wenige, polygonale, rings von zartwandigem Gewebe umgebene Gefässe auf. Auch der Haustorialkern weicht in seiner Zusammensetzung sehr wesentlich von dem der Santalaceen ab. Zuvörderst besitzt er nicht, wie dort, zwei, sondern nur einen einzigen axilen, an demjenigen der Mutterwurzel entspringenden und continuirlich bis zum Saugfortsatz reichenden Gefässstrang. Dann aber ist auch das, den vorderen Theil dieses umhüllende Gewebe gänzlich von dem verschieden, welches seine grössere, hintere Hälfte umgiebt, und erscheint der, wie gesagt, beide durchziehende, axile Gefässstrang innerhalb eines jeden derselben unter etwas verschiedener Form. Es wird daher zweckmässig sein, besagte zwei, voreinander gelegene Gewebsmassen sammt dem, von einer jeden derselben umschlossenen, Theil des axilen Stranges gesondert zu besprechen, wobei wir dieselben als Apical- und Basilarregion des Haustorialkerns unterscheiden wollen. Die Basilarregion (Taf. XXXIV. Fig. 3 v) besteht aus einer homogenen, rundlichen oder von hinten nach vorn birnförmig verbreiterten Gewebsmasse, die sich nach hinten, mit den zartwandigen Elementen des Mutterwurzel-Gefässbündels in Verbindung, an ihrer auswärts gewölbten Seite und ihrer ziemlich planen Vorderfläche scharf gegen die umgebenden Gewebe abgrenzt. Sie besteht aus eng und lückenlos verbundenen, kleinen polygonalen Parenchymzellen, die (in jugendlichen Organen?) mit trübem protoplasmatischem Inhalt oder mit wässeriger Flüssigkeit erfüllt sind, und im letzteren Falle ziemlich ansehnliche, wandständige, gelbliche Klümpchen (wie es scheint veränderte Zellkerne) enthalten. Zugleich scheint dieses Gewebe ganz besonders und stärker als die übrigen Theile des Haustorium gerbstoffhaltig zu sein, indem es an der Luft bald gelbliche Farbe annimmt, die bei Aufbewahrung in Glycerin später in mehr oder weniger dunkles Braun überzugehen und so manches Präparat für die Dauer unbrauchbar zu machen pflegt. Auch in Alkohol, in welchem Thesium-Haustorien sich völlig unverändert erhalten, werden die der Rhinanthaceen ebenso wie die ganzen Pflanzen intensiv schwarzbraun und zu fernerer Untersuchung völlig ungeeignet. — Der die Achse des uns beschäftigen-

den Gewebes durchziehende Theil des Gefässstranges besteht durchaus nur aus unregelmässig gestalteten und in verschiedenartigster Weise mit einander verbundenen Gefässelementen, die, wie bei Thesium, in gewöhnlicher Weise netzartig verdickt erscheinen und sich nur durch etwas breitere und derbere Verdickungsleisten auszeichnen. Ihre Endigungen stehen unter einander mittelst grosser, runder Löcher in Verbindung. Nach hinten lockert sich der in seinem Verlauf geschlossene Strang auf und hängt durch einige unregelmässige Maschen von Gefässelementen mit dem quergeschnittenen Bündel der Nährwurzel zusammen (Taf. XXXIV. Fig. 3 x).

Die Apicalregion des Haustorialkernes liegt als breite, mehr oder minder flache Gewebsschicht zwischen der Vorderfläche seiner Basilarregion und dem Ursprung des Saugfortsatzes; sie besteht wiederum aus der Fortsetzung des axilen Gefässbündels und einem, dieselbe umscheidenden parenchymatischen Gewebe, welches ringsum, ohne dass sich eine deutliche Grenze finden liesse, in das Parenchym der Rinde übergeht. Die mehr oder minder tafelförmigen, von denen der Rinde wenig verschiedenen Zellen dieser Gewebsmasse sind von beträchtlicher Grösse, ihr langer Durchmesser steht senkrecht zur Längsachse des Haustorium, der kurze derselben parallel; auch ihr Inhalt, wässerige Flüssigkeit, ist dem der Rindenparenchymzellen wesentlich ähnlich, doch pflegen sie, wie die Meristemzellen der Basilarregion, gelbliche, zellkernartige Klümpchen zu enthalten, wodurch sie sich einigermaassen von den Zellen des Rindenparenchyms unterscheiden, in denen diese Klümpchen fehlen, oder doch nur ausnahmsweise, und dann stets klein und undeutlich vorkommen. Der Grund, warum dieses Gewebe mit zum Haustorialkern gerechnet und nicht einfach als Fortsetzung der Rinde betrachtet worden ist, wird später, bei Besprechung der Entwicklungsgeschichte des Rhinanthus-Haustorium in Betracht gezogen werden. Der centrale Gefässstrang bietet in der Apicalregion ein ganz anderes Aussehen, als in der erst betrachteten basilaren. Er nimmt nämlich sofort beim Eintritt in diese Region mächtig an Breite zu und bildet eine Anschwellung, die man als solche schon bei ganz geringer Vergrösserung erkennen kann (Taf. XXXIV. Fig. 1 u. 2 a) und die nur sehr selten nahezu fehlt (Taf. XXXIV. Fig. 4 a). Es enthält diese Anschwellung (Taf. XXXIV. Fig. 3 m) indess, wenn man sie bei stärkerer Vergrösserung untersucht, keine anderen, als Gefässelemente, deren Hauptmasse noch bei weitem unregelmässigere Form und viel dichtere Aneinanderlagerung und Zusammendrängung darbietet, als in irgend wel-

chem anderen Theil des Haustorium. Von der Oberfläche dieses Knotens entspringen nach allen Seiten hin ausstrahlend andere, ziemlich lange, in gleicher Richtung mit den umgebenden Parenchymzellen, also quer zur Längsachse des gesammten Organs gestreckte, und einzeln, lückenlos zwischen diese sich einschiebende Gefässelemente, deren Verdickungsleisten meist in hohem Grade unvollständig, nur theilweise ausgebildet oder gar kaum vorhanden zu sein pflegen.

Der Saugfortsatz (Taf. XXXIV. Fig. 3 z), der sich nach vorn unmittelbar an die Gewebe der Apicalregion des Haustorialkernes anschliesst, bietet wenig Eigenthümliches. Die Art und Weise seines Eindringens ist dieselbe, wie bei Thesium, da er, falls das Haustorium einer dicotylen Wurzel aufsitzt, deren primäre und secundäre Rinde durchwachsend, bis zu ihrem Holzkörper vordringt (Taf. XXXIV. Fig. 4 b), während er auf einer monocotylen ebenfalls ganz in derselben Weise, wie dort, die Spaltung von Schutzscheide und Holzkörper ausführt (Taf. XXXIV. Fig. 3 u. 5). In dicotylen Wurzeln ist er übrigens gemeiniglich beträchtlich stärker entwickelt und enthält ausser dem Gefässstrange eine nicht unbedeutende Quantität parenchymatischen, von dem Parenchym der Apicalregion des Kernes nicht verschiedenen und mit ihm zusammenhängenden Gewebes, während er in der monocotylen Wurzel, nur wenige derartige Zellen enthaltend, fast ausschliesslich aus Gefässelementen besteht. Diese bilden die Fortsetzung der schon erwähnten Verdickung des Gefässstranges, sie weichen aber von den, die letztere bildenden Elementen in sehr auffälliger Art ab, indem sie, von ganz besonders grosser Länge und Dicke, im Allgemeinen keulenförmige Gestalt haben, und nur sehr spärliche, unterbrochene, häufig auf tupfenartige Stellen reducirte Verdickungsleisten (XXXIV. Fig. 5 a) zeigen. Bei der grossen Uebereinstimmung zwischen den Haustorien von Rhinanthus und denen aller übrigen Formen der Familie lässt sich die Betrachtung dieser letzteren ohne Schwierigkeit gleich hier anknüpfen, indem dann die Entwicklungsgeschichte für alle zusammen am Ende des Abschnittes nachgeholt werden kann.

Melampyrum arvense trägt an seinen wenigen, langen, fast unverzweigten Wurzeln ganz vereinzelte Haustorien, von denen zur Blüthezeit nur die wenigsten noch mit den Nährwurzeln in Zusammenhang stehen. Ihre äussere Gestalt ist noch viel weniger charakteristisch als bei Rhinanthus; sie stellen einfach seitliche, an Grösse den Rhinanthus-Haustorien ungefähr gleichkommende, knotige An-

schwellungen der Melampyrum-Wurzeln vor. Die peripherischen Zellen ihrer, meist nur geringe Ausdehnung darbietenden, Ansatzfläche sind hier gewöhnlich behufs besserer Befestigung an der Nährwurzelrinde zu langen, gebogenen Papillen ausgewachsen (Taf. XXXIV. Fig. 7 a), in einer Weise, wie sie bei Rhinanthus nie beobachtet wurde, wie wir sie aber etwas modificirt für Cuscuta als den normalen Vorgang kennen lernen werden. Der innere Bau bekundet eine viel geringere Entwicklung als bei Rhinanthus, die sich in weniger vollständiger Differenzirung der einzelnen Regionen kund giebt. Die aus inhaltsarmem, weitzelligem Parenchym gebildete Rinde geht ohne jede deutliche Grenze in das Gewebe der Apicalregion des Haustorialkernes (Taf. XXXIV. Fig. 7 x) über, dessen Zellen quergedehnt, von beträchtlicher Grösse sind und sich häufig ohne irgend welche Unterbrechung durch Scheidewände in den keilförmigen Saugfortsatz hineinstrecken. In einem Falle fand ich die Zellen der gesammten Apicalregion mit einer gelben, ölartigen Flüssigkeit erfüllt, die bei Behandlung mit Alkohol sofort verschwand, und über deren Natur ich nichts weiter angeben kann. Dieselbe Erscheinung wurde übrigens auch an einzelnen Rhinanthus-Haustorien beobachtet. Das basilare Gewebe des Haustorialkernes ist meist stark entwickelt und bildet eine, durch den Protoplasmareichthum ihrer Zellen allerseits scharf abgegrenzte Gewebsmasse. Es ist bei weitem nicht so viel- und kleinzellig als das von Rhinanthus (Taf. XXXIV. Fig. 7 b) und enthalten seine Zellen, wie schon erwähnt, innerhalb eines, sich leicht contrahirenden und von der Membran abhebenden, protoplasmatischen Wandbelegs, zahlreiche, eigenthümliche, gelblichrothe Körnchen, sowie Zellkerne von bedeutender Grösse, in denen ich hie und da sogar einen Nucleolus zu erkennen glaubte. Die Gefässelemente des Saugfortsatzes von Melampyrum sind bei gleicher Grundform oft noch unregelmässiger, als die von Rhinanthus, häufig hin und her gebogen und mit kleinen Vorsprüngen und Aussackungen versehen. Die Haustorien von Melampyrum pratense, die, soviel ich weiss, ausschliesslich auf den kleinen, vielverzweigten, schwarzen, den humosen, von Moos bedeckten Boden zu dicken, von Pilzmycelien durchwucherten, Klumpen zusammenballenden Wurzelästchen der Fichte schmarotzen, stimmen in ihrem Bau mit denen des Melampyrum arvense im Allgemeinen überein, und wenn sie sich von denselben auch durch übermächtige Entwicklung ihrer Rinde unterscheiden, so ist doch der Bau des Kernes bei beiden völlig identisch. Die für das Kernparenchym von Melampyrum arvense erwähnten röthlichen Körn-

chen der Zelleninhalte finden sich auch hier, wo sie indess mehr gelbgrüne Farbe haben.

Das Haustorium unserer beiden gemeinen Pedicularis-Arten ist, was seine äussere Form betrifft, dem von Rhinanthus noch ähnlicher, als das der Melampyren, während es sich im inneren Bau, besonders was die Scheidung des Kernes in Apical- und Basilarregion und den Uebergang der ersteren in die Rinde angeht, eng an dieses anschliesst. Auch die Haustorien der Euphrasia officinalis weichen kaum durch etwas anderes, als durch ihre ausnehmende Kleinheit, und die hierzu nicht im Verhältniss stehende Grösse der Gefässelemente ihres Saugfortsatzes von denen des Rhinanthus minor ab.

Unter den mehrjährigen Rhinanthaceen besitze ich genauere Untersuchungen nur über die Haustorien der Lathraea Clandestina und L. Squamaria[1]). Zwar fanden sich an den Wurzeln von Bartsia alpina und Tozzia alpina zahlreiche Organe dieser Art, bei der letztgenannten meist den dicken Wurzelästen des Rumex arifolius aufsitzend, aber leider waren sie fast alle schon mehr oder weniger zerstört, so dass eine genauere Untersuchung aller ihrer Theile nicht angestellt werden konnte. Was endlich die ausdauernden Pedicularis-Arten mit knollig angeschwollenen Wurzeln betrifft, so habe ich mich von der, von Pitra[2]) erwähnten Seltenheit ihrer Haustorien in den Alpen des Dauphiné durch Untersuchung der dort häufigen Pedicularis comosa L. überzeugen können; ihr Bau ist Pitra zufolge, mit Ausnahme des Amylumgehaltes ihrer Rinde, dem der gleichen Organe von Pedicularis silvatica annähernd gleich. Die Haustorien von Lathraea endlich stimmen gleichfalls durchaus mit den bisher beschriebenen überein. Bei L. Squamaria, für welche Pitra sie als grosse und fingerdicken Wurzeln anhängende Körper beschreibt, waren alle, mir zu Gesicht gekommenen, ziemlich klein, die von Rhinanthus minor an Grösse nicht oder kaum übertreffend, was sich vielleicht dadurch erklären lässt, dass Pitra vermuthlich reichlicheres und älteren Stöcken entnommenes Material zu Gebote stand. Bei L. Clandestina, von der mir Herr Prof. Braun und Herr Inspector Bouché in Berlin mehrmals reiches Material zukommen zu lassen, die Freundlichkeit hatten, konnte auch ich linsen- und

1) Wegen der Abhandlung von Lathraea an dieser Stelle vergl. meine Dissertation: „De Lathraearum positione systematica". Berlin 1865.

2) Pitra: Ueber die Anheftungsweise einiger phanerogamischen Parasiten an ihre Nährpflanzen. Bot. Zeit. Jahrg. 19 (1861), Nr. 10. p. 66.

sogar fast erbsengrosse, federkieldicken, dunkelgelben Wurzeln entsprossene Haustorien untersuchen, die auf starken Wurzelzweigen eines dicotylen Baumes schmarotzten. Es sei zugleich erwähnt, dass es behufs der Untersuchung derselben, wegen ihres grossen, alle Präparate ungemein schnell durch Schwarzfärbung verderbenden, Gerbstoffgehaltes, sehr zu empfehlen ist, sie zuvor längere Zeit in Alkohol aufzubewahren, der mit schwefliger Säure durch Einleiten gesättigt worden war. Es ist diese Methode überhaupt bei Aufbewahrung von Rhinanthaceen oder Theilen derselben, um deren Schwärzung zu vermeiden, allgemein anwendbar. Der quere Längsschnitt des Clandestina-Haustorium zeigt eine ziemlich mächtige Rinde und einen rundlichen Kern, in dem besonders das aus locker verbundenen kleinen rundlichen Zellen gebildete Parenchym der Basilarregion starke Entwicklung aufweist. Der Saugfortsatz, der, mit Ausnahme seiner zahlreichen und ziemlich schmalen, mit eigenthümlichen breiten ringförmigen Verdickungen versehenen Elemente des Gefässstranges, keinerlei Eigenthümliches bietet, wird, ähnlich wie bei den früher betrachteten Haustorien, gleichfalls vielfach von ausnehmend dicken Schichten der oft erwähnten gelben, stark lichtbrechenden Substanz umgeben, die ich gerade hier und bei Osyris ihrer grossen Verbreitung und Mächtigkeit halber genauer untersucht habe. Es wird dieselbe durch SO_3 nicht verändert, sondern nur etwas röthlich gefärbt; mit Kali quillt sie auf, um beim Erhitzen theilweise in kleine, stark lichtbrechende Körner zu zerfallen; KO, ClO_5 und NO_5 verwandeln sie in der Wärme in eine grauliche, in Alkohol und Aether theilweise lösliche Körnermasse und dürfte sie daher in die Verwandtschaft von Korksubstanz und Cuticula zu stellen sein, wofür auch ihre sonstigen Eigenschaften sprechen. Ihre Entstehungsweise durch Veränderung zusammengepresster Zellmembranen haben wir im Früheren schon zu wiederholten Malen kennen zu lernen Gelegenheit gefunden. Im fertigen Zustand bildet sie, falls sie in dünner Schicht auftritt, eine völlig homogene, structurlose Haut; in grösserer Anhäufung erscheint sie in anderer Weise (Taf. XXXIV. Fig. 6 a), und erkennt man dann in ihrem Inneren mehr oder minder zahlreiche, manchmal zahllose und dem Ganzen ein schaumartiges Aussehen verleihende, kleinere oder grössere, scharf umschriebene Kreise, die hier und da zu unregelmässigeren Figuren zusammenlaufen und deren Contoure sich oft in der verschiedenartigsten Weise decken. Es sind diese sonach mit Luft oder wenigstens einer Substanz anderen Lichtbrechungsvermögens, als des der umgebenden gelben Masse,

erfüllte Höhlungen in derselben, wie sie ja auch an anderen Orten im Inneren von Korksubstanz nicht selten gefunden werden.

Es erübrigt noch, eines schon früher von mir[1]) beschriebenen Haustorium von Lathraea Clandestina zu erwähnen, welches nicht einer fremden Baumwurzel, sondern einem Samen seiner eigenen Mutterpflanze aufsass, wobei es, völlig normal gebaut, seinen Saugfortsatz, dessen Gefässe in Folge davon frei endigten, in den hornconsistenten, aus rundlichen, mit verdickten, porenreichen Membranen versehenen Zellen bestehenden Endospermkörper desselben getrieben hatte. Die ihn rings umgebenden Endospermzellen waren hierbei sehr verändert, theilweise zusammengedrückt oder reichlich mit gelber Korkmasse erfüllt. Ein ähnliches Schmarotzen auf dem eignen Samen wurde einmal bei Melampyrum pratense beobachtet.

Leider habe ich von der Entwicklungsgeschichte des Rhinanthaceen-Haustorium nur wenige, und noch dazu keine anderen als dem fertigen Zustande nicht mehr allzuferne Stadien zu Gesicht bekommen können. Es ist daran vornehmlich der Umstand schuld, dass es grosse Schwierigkeiten hat, die jugendlichen Pflänzchen zwischen dem Grase aufzufinden, was doch nothwendig, da man bei einjährigen Pflanzen, wie es ja die meisten Rhinanthaceen sind, zur Blüthezeit nicht mehr auf jugendliche Entwicklungsstadien der Haustorien rechnen darf. Andererseits standen mir perennirende Formen, bei denen wiederum die Spärlichkeit ihrer Haustorien störend einwirken muss, nicht jederzeit und in genügender Menge zu Gebote. Die frühesten Entwicklungsstadien blieben mir daher, wie gesagt, unbekannt, wenn ich auch vermuthe, dass sie denen von Thesium ähnlich sein werden. Jedenfalls wird der Ansatz verhältnissmässig früher bewerkstelligt, als dort und bei Inangriffnahme monocotyler Wurzeln schon bei der ersten Dehnung der Rinde das Nährwurzelparenchym auseinandergeschoben, so dass ihre Ansatzfläche direct auf die Schutzscheide der Nährwurzel zu liegen kommt, während sie, wie wir sahen, auf dicotylen Wurzeln einfach deren Rinde angedrückt erscheint. In einem nächsten, vielleicht sogar gleichzeitig mit der Ausbildung der Rinde beginnenden, Stadium wird dann auch der apicale Theil des Kerngewebes in Dauergewebe übergehen, während seine Basilarregion fortwährend meristematisch bleibt. Es liegen mir einige Präparate dieser Entwicklungsstufe von Pedicularis silvatica vor, deren Rinde schon völlig ausgebildet ist, während ihr

1) De Lathraeae generis positione systematica. Berlin 1865, p. 38.

gesammter Kern, noch scharf davon geschieden, die charakteristischen, trüben, protoplasmatischen Zellinhalte zeigt, und sich dessen apicaler vom basilaren Theil fast nur durch die nicht unbedeutende Querstreckung der ihn bildenden Zellen unterscheidet. Indem sich zahlreiche seiner in lebhafter Querdehnung begriffenen Elemente, wie ich bei Melampyrum pratense beobachtete, in rascher Folge theilen und zu Gefässelementen umbilden, entsteht die für diese Stelle des Haustorium charakteristische, unregelmässige Verdickung des Gefässbündels, welche man in anderen, weiter entwickelten Haustorien von Pedicularis silvatica als eine Anhäufung protoplasmareicher, jugendlich erscheinender Zellen in der Mittellinie der jetzt schon in Dauerparenchym umgewandelten Gewebsmasse der Apicalregion vorfindet. Eine oder wenige der vordersten Schichten dieser Anhäufung werden später nebst den umgebenden Parenchymzellen vermittelst gewaltiger Längsdehnung den uns aus dem Früheren zur Genüge bekannten Saugfortsatz bilden. Dass derselbe nicht etwa, wie man glauben könnte, einer intercalaren Dehnung der sämmtlichen jungen Gefässzellen der Anhäufung seinen Ursprung verdankt, erhellt aus dem schon oben in Kürze berührten Umstande, dass alle Elemente desselben, im Gegensatz zu den wenigen, aber colossalen des Saugfortsatzes, nicht nur nicht gedehnt, sondern sogar geradezu ausnehmend kurz und klein erscheinen. Zugleich mit der Ausbildung des Gefässbündels geht endlich auch das grosszellige Meristem der Basilarregion des Kernes in typisches Kernparenchym über und ist somit die Entwicklung des ganzen Haustorium abgeschlossen.

Der im Vorstehenden gegebene, wie gesagt, sehr unvollkommene Entwurf einer Entwicklungsgeschichte des Rhinanthaceen-Haustorium wird sich, wie ich hoffe in Bälde, wenn eine der von mir allerdings schon mehrfach ohne Erfolg versuchten Culturen ein positives Resultat wird ergeben haben, ergänzen und durch Beobachtung der jüngsten Haustoriumanlagen vervollständigen lassen. Bis dahin werden, wie ich hoffe, zur Führung des Nachweises einer Uebereinstimmung mit dem Haustorium von Thesium, die beigebrachten Thatsachen genügend erscheinen.

Ueber die Entwicklung der Pflanze aus dem Samen ist bei den Rhinanthaceen wenig Besonderes zu bemerken; der Embryo, der stets, auch bei Lathraea, zwei Cotyledonen und eine sehr schwach ausgebildete Plumula besitzt, bildet eine Pfahlwurzel, an deren Zweigen sich Haustorien entwickeln, während seine Plumula zum beblätterten Stengel heranwächst.

Schon seit langer Zeit zählte man die, meist zu den Orobancheen gerechnete, der oberirdischen, grün gefärbten Blätter entbehrende Gattung Lathraea zu den echten Parasiten. Als der Entdecker ihrer Haustorien ist Meyen[1]) zu nennen, der dieselben schon im Jahre 1829 als kleine, aus den Wurzelfasern der Bäume hervorgewachsene Knötchen beschrieb und ihren Bau aus Rindenschicht, parenchymatischem Kerngewebe und centralem Gefässstrang im Allgemeinen richtig erkannte, wenn er sie auch, in naturphilosophischer Speculation befangen, für Pseudomorphosen der betreffenden Baumwurzel hielt, aus denen er dann den ganzen Lathraea-Stock als Pseudogenesis hervorwachsen liess. Wenige Jahre später trat ihm Unger[2]) entgegegen, indem er den Nachweis zu führen versuchte, dass die Lathraea-Pflanze nicht aus dem Haustorium hervorwachse, sondern dass dieses letztere als seitliches Organ an deren Wurzeln entstehe. Gleichzeitig erschien die classische Arbeit über den Parasitismus der Lathraea Squamaria von D. E. Bowman[3]), in der die Anatomie des Haustorium dieser Pflanze in erschöpfender Weise behandelt und mit klaren und anschaulichen Zeichnungen verdeutlicht wird. Es findet sich hier eine bei weitem deutlichere und ausführlichere Beschreibung seiner Rindenschicht, des centralen Gefässbündels und des dieses umgebenden, sehr richtig als: „almost gelatinous substance in which the vessels are imbedded" bezeichneten Kerngewebes. Bowman ist ferner der Entdecker des Saugfortsatzes, den er in unübertrefflicher Weise mit kurzen Worten, wie folgt, pag. 405 beschreibt: „from its under surface or point of attachment it sends down a top or funnel shaped process, generally straight but sometimes curved, which penetrated through the cortical layers of the root to various depths into the alburnum, but never into the solid woody fibre."

Um endlich, bevor ich zur Entdeckung der Parasitennatur aller übrigen grün gefärbten Rhinanthaceen übergehe, das allein auf Lathraea Bezügliche zu anticipiren, erwähne ich noch in Kürze des Aufsatzes von Duchartre[4]) über Lathraea Clandestina, in welchem, soweit er das Haustorium betrifft, nicht nur unsere Kenntniss der

1) Meyen, Ueber das Herauswachsen parasitischer Gewächse aus den Wurzeln anderer Pflanzen. Flora 12. Jahrg. 1. Bd. (1829) Nr. 4. p. 49 et seq.

2) Unger, Ueber das Einwurzeln parasitischer Pflanzen auf der Mutterpflanze. Isis von Oken Jahrg. 1833, Heft 4. p. 373.

3) Bowman, On the parasitical connection of Lathraea Squamaria etc. Transactions of the Linnean Society. vol. 16. 1833. p. 399 et seq. tabb. 22 u. 23.

4) Duchartre, Mém. sur la Clandestine de l'Europe. Mem. de l'institut. 1848.

Thatsachen um keinen Schritt gefördert, sondern sogar Bowman's gründliche Untersuchungen in Bezug auf den Saugfortsatz wiederum in Frage gestellt wurden.

Was die mit Chlorophyll begabten Rhinanthaceen-Formen betrifft, so verdanken wir die Entdeckung ihres Schmarotzens Decaisne[1]), der, durch Mitten's kurz zuvor gemachte Beobachtungen an Thesium aufmerksam geworden, die aller Versuche, sie als Gartenschmuck zu cultiviren, spottenden Melampyren und Pedicularis-Arten darauf hin untersucht hatte. Er bezeichnete die Haustorien, die er bei Melampyrum, Pedicularis, Odontites und Alectorolophus beobachtete, und für Castilleja, Cymbaria, Bartsia und Buchnera vermuthete, als „suçoirs", ohne jedoch sich über die Anatomie derselben zu verbreiten. Kunze[2]), der über Decaisne's Entdeckung in der botanischen Zeitung referirte, fügte seine gegründeten Zweifel an der Allgemeinheit dieser neuen Beobachtung in Form von Anmerkungen hinzu, aus welchen erhellt, dass im Leipziger Garten Pedicularis comosa und P. sudetica, aus Samen erzogen, ohne Nährpflanze jährlich in mehreren Exemplaren blühten und Früchte reiften, und dass auch Castilleja lithospermoides H. b. K. und C. longiflora Kze., beide aus, von Carl Ehrenberg aus Mexico erhaltenem, Samen erwachsen, ohne Nährpflanzen wenigstens blühten. Pedicularis Friderici Augusti ging vor dem Blühen zu Grunde; Alectorolophus, Melampyrum und Odontites konnten gar nicht aus Samen erzogen werden, ebensowenig Bartsia alpina. Schon bevor Kunze diese Einrede geltend machte, hatte in England Lawson[3]) gegen die Decaisne'sche Entdeckung Front gemacht, indem er die Existenz der Haustorien leugnete. Im Gegensatz hierzu beobachtete sie Henslow[4]) an Euphrasia officinalis und Odontites, Graswurzeln aufsitzend. Knorz[5]) sucht beide Ansichten zu vermitteln, er erkennt die Haustorien von Pedicularis und Melampyrum, die er als „Wurzelanschwellungen" bezeichnet, sah sie aber immer nur abgestorbenen Nährwurzeln anliegen und vermuthet desswegen, dass sie in Verwesung begriffene

1) Decaisne, Sur le parasitisme des Rhinanthacées. Ann. d. sc. nat. sér. 3. tom. 8 (1847).

2) Kunze, Ueber Parasitismus der Rhinanthaceen von Decaisne. Bot. Zeit. Jahrgang 6. 1848.

3) Lawson in Gardener's Chronicle 1847, no. 36. Siehe Bot. Zeit. 1848, p. 239.

4) Henslow in Gardener's Chronicle 1847, no. 37. Siehe Bot. Zeit. 1848, p. 239.

5) Knorz, Ueber den von Decaisne angegebenen Parasitismus der Rhinanthaceen. Bot. Zeit. Jahrg. 6. 1848. p. 239.



vegetabilische Stoffe aufnehmen, so dass also hiernach die Rhinanthaceen zu den Saprophyten zu verweisen wären. Wenig später berichtete Henslow[1]) in Gardener's Chronicle über Aussaatversuche mit Odontites und Rhinanthus, deren Resultate zu Gunsten der Decaisne'schen Ansicht sprachen, indem nur diejenigen der Keimpflanzen sich weiter entwickelten, die Gelegenheit fanden, sich an anderen Pflanzen zu befestigen.

Brandt[2]) war der erste, der den Bau dieser neu entdeckten Haustorien anatomisch untersuchte, der Bowman'schen Beschreibung des Lathraea-Haustorium jedoch kaum etwas Wesentliches zufügte und, insofern er den Haustorialkörper ganz vernachlässigte, sogar hinter dieser zurückblieb. Er beschreibt die Ansatzfläche und den Saugfortsatz, den er radicula nennt, und von dem er sagt: „quae vasorum fasciculis composita est parenchymate involuta. Tum epidermide et parenchymate plantae altricis perruptis radicula usque ad ligneum procedit corpus illique incumbit vasculis.“

Weitere Beschreibungen und Abbildungen der Rhinanthaceen-Haustorien finden sich wiederum in dem mehrcitirten Werke von Chatin[3]). Was zunächst Lathraea angeht, so bildet er ein solches von L. Clandestina in ganz ähnlicher Weise ab, wie wir sie bei Thesium kennen lernten, und beschreibt dessen Bau in folgenden Worten: „Les suçoirs sont d'ailleurs formés d'un cône perforant terminal (Saugfortsatz), dont les cellules allongées et étroites convergent et se dirigent verticalement sur les tissus de la nourrice, plus d'un cône vasculaire de renforcement où cône intérieur; ce dernier qui émane de l'axe vasculaire de la racine sur laquelle il s'appuie est formé de ces courts vaisseaux moniliformes ponctués-rayés qui passent graduellement aux cellules fibreuses. Le parenchyme placé autour du cône vasculaire, celui de l'extrémité des replis préhenseurs (Ansatzfläche) et le cône perforant sont privés de fécule.“ Es erreicht, was aus der Beschreibung nicht ersichtlich, auch hier das Gefässbündel, der cône vasculaire, kaum den Beginn der Ansatzfläche und gelten im übrigen für diese Abbildungen, wie schon gesagt, genau dieselben Einwendungen, die bei Thesium des Näheren erörtert worden sind, so dass wir Bowman's Beschreibung noch immer als unübertroffen

1) Henslow in Gardener's Chronicle. Siehe Bot. Zeit. 1849, Jahrg. 7. p. 16.

2) Brandt, Nonnulla de parasitis etc. observata. Linnaea tom. 22. (1849) p. 81 et sq. Tab. I.

3) Chatin, Anat. comp. Parasites. Beschreibung in Liv. 4. p. 91. Abb. in Liv. 5. tab. 21.

ansehen dürfen. Noch bei weitem schlechter sind die zahlreichen Abbildungen von queren Längsschnitten durch die Haustorien chlorophyllhaltiger Rhinanthaceen, und würde es daher müssig sein, weiter auf deren Besprechung einzugehen. Es genüge die Bemerkung, dass die sämmtlichen, den betreffenden Organen von Pedicularis palustris, Rhinanthus minor, Odontites rubra, Melampyrum arvense und cristatum, Eufragia viscosa und Euphrasia officinalis entnommenen Zeichnungen [1]) nach durchaus schrägen Durchschnitten derselben entworfen sein müssen.

Die bestimmte, morphologische Trennung der verschiedenen Gewebsmassen des Haustorium, die von Bowman für Lathraea schon angedeutet worden war, wurde zuerst, ebenso wie für die Santalaceae, auch für die Rhinanthaceen wiederum von Pitra [2]) durchgeführt, der sowohl Lathraea, als die übrigen Formen in gründlichster Weise untersuchte und dessen Beschreibungen nur den einzigen Mangel allzugrosser Kürze und Gedrängtheit besitzen. Auch hier, wie bei Thesium, war Pitra der Erste, der das Eindringen des Saugfortsatzes in monocotyle Wurzeln beobachtete und klar und deutlich beschrieb.

An die Rhinanthaceen schliessen sich bezüglich der Art und Weise ihres Schmarotzens vermuthlich noch manche andere parasitische Scrophulariaceen an. So scheinen viele Arten von Striga, wenn man auch an deren ausgerissenen Wurzeln in den Herbarien keine Spur von Haustorien findet, dennoch hierher zu gehören, während andere verwandte Arten (Striga orobanchoides) schon oben im Anschluss an die Orobancheen ihre Besprechung fanden. Ich füge die über diese Formen in der Literatur vorhandenen Notizen hier der Vollständigkeit halber bei und bemerke, dass ich mir zu eigener Untersuchung derselben keinerlei Materialien habe verschaffen können. Decaisne [3]) sagt, dass man nach Mittheilung von Gaudichaud auf Isle de France der Striga coccinea eine schädliche Wirkung auf den Mais zuschreibe und diese Pflanze als herbe rouge bezeichne.

Ferner giebt Crüger [4]) an, dass Alectra (Glossostylis) brasiliensis auf Trinidad nicht nur am Zuckerrohr und anderen Gramineen

1) Chatin, Anat. comp. Parasites in Liv. 6 u. 7. Tabb. 31—48.

2) Pitra, Bot. Zeitung 1861, p. 65 u. 66.

3) Decaisne, Sur le parasitisme des Rhinanthacées. Ann. d. Sc. nat. sér. 3. t. 8 (1847).

4) Crüger, Alectra brasiliensis ein Wurzelparasit. Bot. Zeit. 1848, p. 777.



oder Cyperaceen, sondern auch auf Hyptis schmarotze und endlich deren Wurzeln tödte. Leider wird aber von keinem der beiden Autoren eine Angabe über die Art und Weise dieses Schmarotzens gemacht und muss dieselbe daher zukünftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Cuscutaceae.

Der windende und andere Pflanzen umschlingende Stengel von Cuscuta birgt in seinem Innern einen aus fünf bis sieben oder mehr Bündeln bestehenden Holzring. Ein jedes derartige Bündel enthält eine Gruppe netzförmig verdickter Gefässe, deren Querschnitt bei den zarten Formen (C. Epithymum) wenige, bei den grösseren (C. lupuliformis, C. tenuiflora) zahlreichere Elemente aufweist. An seiner Grenze gegen das Mark findet sich bei C. Trifolii Bab. und C. tenuiflora constant ein weiter Intercellulargang, an welchen die umgebenden Parenchymzellen, die bei der letztgenannten völlig mit körnigem rothen Farbstoff erfüllt zu sein pflegen, mit mächtig verdickten Wandungen anstossen. Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, tritt dieser Intercellulargang an die Stelle der früher vorhandenen Spiralgefässe; bei Cuscuta lupuliformis, die übrigens auch an der Markseite ihrer Bündel Spiralgefässe aufweist, konnte ich keine Spur desselben entdecken. Die äussere Seite des Bündels stellt einen mehr oder minder mächtigen, besonders bei letztgenannter Art stark ausgebildeten Weichbaststrang vor. Mark und primäre Rinde der Cuscuta bestehen durchaus aus grosszelligem, amylumreichem Parenchym, ebenso die zwischen den Gefässbündeln gelegenen Markstrahlen, deren Zellen jedoch häufig dickwandiger und beträchtlich verlängert zu sein pflegen. Innerhalb der parenchymatischen Rinde, nicht weit von der Aussenseite des Gefässbündelkreises entfernt, findet man auf dem Querschnitt einen unregelmässigen Ring von wenig dickwandigeren, rundlich geformten Zellen, die sich auf dem Längsschnitt oder bei der Maceration als lange, völlig unverzweigte, mit stumpfer Spitze endigende, bastfaserähnliche Milchsaftröhren erweisen, deren Milchsaft in Alkohol zu dunkelbraunen homogenen Massen erstarrt. In den biegsamen Stengeln von C. Trifolii Bab. sind sie gemeiniglich so dünnwandig, dass der Nachweis ihrer Membran nur mittelst Anwendung von Chlorzinkjod zu gelingen pflegt; bei den anderen Arten sind sie bastfaserartig starr und lassen sich mit Leichtigkeit aus

faulenden Stengeltheilen präpariren. Schon Schultz [1]) kannte dieselben, er führt Cuscuta in seinem Verzeichniss der Milchsaftgefässe führenden Pflanzen auf; ebenso sah sie neuerdings v. Dorner [2]), in der Anatomie comparée von Chatin [3]) ist ihrer jedoch mit keiner Silbe Erwähnung gethan. Decaisne [4]), der von einem grossen Milchsaftgefäss innerhalb eines jeden Gefässbündels spricht, meint damit wohl die beschriebene, durch Verschwinden der Spiralgefässe entstandene Lücke.

Was die Anheftungsorgane der Cuscutaceen und der in biologischer Hinsicht zunächst mit denselben verwandten Cassythaceen betrifft, so schliessen sich diese in morphologischer sowohl, als anatomischer Beziehung zunächst an die der Santalaceen und Rhinanthaceen an. Wir werden uns im Folgenden auf die ausführliche Betrachtung derer von Cuscuta beschränken, weil Cassytha in allen, für den Zweck dieser Arbeit in Frage kommenden Verhältnissen keine wesentlichen Abweichungen von dem dort vorgefundenen zu zeigen scheint. Ich konnte mich hiervon durch Einsicht der auf den Parasitismus von Cassytha bezüglichen Präparate überzeugen, die mir von meinem verehrten Freunde Herrn Dr. Loew in Berlin, welcher mit einer anatomischen Arbeit über besagten Gegenstand beschäftigt ist, gütigst zur Vergleichung mitgetheilt wurden. Die den Parasitismus von Cuscuta vermittelnden Organe, die wir auch hier wieder als Haustorien bezeichnen wollen, stehen in einer Reihe an der dem Nährstengel anliegenden Seite des diesen umrankenden Triebes des Parasiten. Erscheinen sie schon im Allgemeinen einfach und aufs geringste Maass ihrer Theile reducirt, so sind sie dies ganz speciell in Bezug auf ihren ausserhalb des Nährstengels gelegenen, dem Haustorialkörper der Thesien analogen Theil, der zum wenigsten äusserlich einfach als eine seitliche, mit ihrer Vorderfläche der Nährrinde angedrückte, mehr oder weniger flache Papille am Cuscuta-Stengel erscheint. Auf dem queren Längsschnitt (Taf. XXXV. Fig. 1) erkennt man mit Leichtigkeit, dass diese Papille ihr Dasein einer Vermehrung der die Rinde des Cuscuta-Stengels bildenden, amylumreichen Schichten isodiametrischer Parenchymzellen nur zum kleinsten Theile verdankt, so dass fast die ganze Anschwellung auf Rech-

1) C. H. Schultz. Sur la circulation et sur les vaisseaux laticifères. Paris 1839.

2) v. Dorner. Die Cuscuten der ungarischen Flora. Linnaea 35 (1867) p. 126.

3) Chatin. Anat. comp. Livr. 3.

4) Decaisne. Sur la structure anat. de la Cuscute et du Cassytha. Ann. d. sc. nat. sér. 3. tom. 5. (1846) p. 247.



nung der Epidermis kommt, deren sämmtliche Zellen, soweit sie der Hervorragung angehören, zu mehr oder minder langen, seitlich in geschlossenem Verbande stehenden, haarartigen Papillen ausgewachsen erscheinen und mit ihren Spitzen fest der Nährstengelrinde anhaften. Es ist also fast ausschliesslich die Epidermis, auf deren Rechnung Form und Grösse der Ansatzfläche des Haustorium, — denn diese haben wir vor uns, — kommt. Da sich dieselbe der Krümmung des Nährstengels anschmiegt, so müssen ihre seitlichen, peripherischen Epidermispapillen bei weitem länger sein, als die des centralen Theiles. Die äussersten derselben enden frei, indem sie seitwärts ausbiegende, mehr oder weniger keulenförmige Haare vorstellen, oder wenn, wie oft der Fall, die Haustorien nahe genug nebeneinandersitzen, sich gegenseitig seitlich berühren. Die sämmtlichen Papillen haften, wie erwähnt, fest wie angekittet mit ihren Spitzen auf der Rinde des Nährstengels; sie zeichnen sich besonders dadurch aus, dass ihre Seitenwand mit eigenthümlichen, faltig gewundenen und verzweigten, weit in ihre Lumina vorspringenden Membraneinfaltungen versehen ist (Taf. XXXV. Fig. 1 a), über deren Natur es nicht leicht ist ins Reine zu kommen, weil man sie auf dünnen Schnitten als ein unregelmässiges und vielfach unterbrochenes Leistenwerk, aus welchem man nicht auf ihre Gestalt schliessen kann, zu sehen bekommt und weil auf dickeren Schnitten die in ihnen, wie es scheint, enthaltene Luft völlige Undurchsichtigkeit und Unklarheit hervorbringt. Häufig füllen diese Falten das vorderste Drittel, oder sogar die Hälfte der Epidermispapillen aus und scheinen dieselben durch fortgesetztes Flächenwachsthum der untereinander fest verbundenen Zellmembranen zu entstehen, zum wenigsten fehlen sie constant den vorher betrachteten peripherischen Papillen, die wir nicht befestigt, sondern zu keulenförmig angeschwollenen Haaren ausgewachsen fanden. Wo die Haustorien eng beisammen stehen, pflegt das zwischen ihnen befindliche Rindengewebe des Cuscuta-Stengels der Dehnung und Vergrösserung derselben durch häufige Theilungen zu folgen, deren Producte jedoch, da sie zum Uebergang in Dauerparenchym nicht den nöthigen Platz finden, als reihenweise angeordnete, tafelförmige, protoplasmareiche Zellen persistiren (Taf. XXXV. Fig. 1 b). Die einzelnen Species bieten in Bezug auf die besprochenen Verhältnisse keinerlei Verschiedenheiten dar, abgesehen etwa von der Beschaffenheit der Zellmembranen, die bei den kleineren Arten, z. B. C. Trifolii Bab.[1]) (Taf. XXXV. Fig. 1, 3) und

1) Was den specifischen Werth dieser Form angeht, so vergl. Engelmann:

C. Epithymum dünn, bei den grösseren dagegen, als z. B. C. eu ropaea L., C. lupuliformis Krock., C. tenuiflora Engelm. vo bedeutender Dicke sind und ein gequollenes Aussehen zur Schau tra gen, eine Verschiedenheit, die sich, wie wir sehen werden, in sämmt lichen Theilen und Geweben der Pflanze in gleichem Maasse wiede findet. Der die Axe eines Haustorium einnehmende Kern desselbe geht so direct und ohne Grenze in den Saugfortsatz über und is im Verhältniss zum letzteren so wenig entwickelt, dass es geradez unnatürlich sein würde, wenn wir beide, wie dies bei den Santala ceen und Rhinanthaceen geschah, getrennt von einander betrachte wollten. Es bilden hier vielmehr beide zusammen einen mehr od weniger cylindrischen oder keulenförmigen, etwa mit einem Nag vergleichbaren Körper (Taf. XXXV. Fig. 1 c, Fig. 3 a) von eilänglicher Querschnitt, den wir im Weiteren als den Achsencylinder des Ha storium bezeichnen können. Seine schwach verjüngte Spitze komn als Saugfortsatz in die Rinde der Nährpflanze zu liegen, währen sein hinterer, ziemlich stark verbreiterter Theil, der Kopf des Nagel als eine scharf begrenzte Masse die Mitte der den Rindentheil d Haustorium bildenden Anschwellung der Mutterstengelrinde ausfül (Taf. XXXV. Fig. 1 d). Wie gesagt, steht das Gewebe dieses Nag kopfes ringsum durchaus in keinem Zusammenhang mit dem umg benden Parenchym der Cuscuta-Rinde (Taf. XXXV. Fig. 1 d) und we den sogar die diesem angrenzenden Zellen desselben davon dur mehr oder minder dicke, unregelmässige Trennungsstreifen geschi den, in welchen man jedoch mit Leichtigkeit die einzelnen, vielfa gefalteten und verbogenen Zellmembranen von einander unterscheid kann. Der Zusammenhang des ganzen Achsencylinders mit dem Mu terstengel kann also nur durch sein centrales Gefässbündel verm telt werden und findet dies, wie uns der genau axile Längsschn eines Haustorium (Taf. XXXV. Fig. 1 links) lehrt, in der That sta indem hier die hintere, abgerundete Fläche des Achsencylinders (d Kopf des Nagels) mit dem Gefässbündel des Cuscuta-Triebes dur eine nicht allzu breite, stielartige Uebergangsstelle von rundliche Querschnitt in continuirlicher Verbindung steht. Es ist demnach ei leuchtend, dass es, wenn der Schnitt schräg geführt wurde (Ta XXXV. Fig. 1 rechts), scheinen muss, als läge diese Fläche ga ohne organischen Zusammenhang im Rindenparenchym des Cuscut

---

Generis Cuscutae species secundum ordinem systematicum dispositae, latine vert Ascherson. Berolin. 1860.

Stengels. Es bleibt uns jetzt, bevor wir zur Besprechung des feineren Baues des Achsencylinders übergehen, nur noch zu erwähnen, dass derselbe da, wo er in die Rinde des Nährstengels eintritt, die Schicht der Epidermispapillen einfach durchbricht, die ihm nächsten derselben zusammendrückend und häufig sogar ein wenig in diese letztgenannte Rinde hineindrängend (Taf. XXXV. Fig. 1 f). Sein gesammter, innerhalb der Nährrinde gelegener Theil wird in bekannter Weise von gelber, stark lichtbrechender Korksubstanz umsäumt.

Der Achsencylinder eines jeden Cuscuta-Haustorium zeigt je nach der Species die schon oben besprochenen Eigenthümlichkeiten sämmtlicher Zellmembranen. Er besteht seiner Masse nach aus einem wenig regelmässigen Gewebe annähernd paralleler, langgestreckter, protoplasmareicher, ziemlich ansehnlicher Zellen, deren in seinem mittleren Theile im Allgemeinen enge Lumina gegen die Peripherie hin allmählich an Weite beträchtlich zunehmen, so dass sie, was ihre Form und Grösse angeht, alle etwa mit denen des Saugfortsatzes von Thesium, nicht aber mit denen des Kernparenchyms dieser Pflanze verglichen werden können. Nach hinten gegen die abgerundete Basilarfläche hin pflegen seine Elemente, mit Ausnahme der später zu besprechenden centralen, den Gefässstrang umscheidenden, stark gedehnt zu sein, wobei dann wieder die peripherischen die axilen bei weitem übertreffen (Taf. XXXV. Fig. 1 g und Fig. 3 b). Es ist vornehmlich dieser Umstand, der die Entstehung der basilaren, nagelkopfähnlichen Verbreiterung unseres Organes bewirkt. Gehen wir nun nach Erschöpfung der Eigenthümlichkeiten seines Basilarendes zu denen seiner Spitze, des Saugfortsatzes, über, so sehen wir diese sich ebenso, wie den Saugfortsatz bei Thesium und Rhinanthus nach Durchdringung der gesammten primären und secundären Rinde des Nährstengels, wobei die Bastfaserbündel vermieden werden, mit mehr oder weniger pinselähnlich verbreiterter Endigung an dessen Holzring anlegen. Die Elemente besagter Ausbreitung sind sehr unregelmässig geformt, stark verlängert und nach allen Seiten hin auseinandergebogen, so dass man sie auf dem Längsschnitt selten in ihrer ganzen Länge unversehrt zu sehen bekommt. Einzelne derselben wachsen häufig, einerseits dem Holzring aufliegend, haarähnlich auf längere Strecken hin zwischen den Cambialzellen des Wirthes fort (Taf. XXXV. Fig. 1 h). Die Mitte des Achsencylinders wird, wie schon mehrfach erwähnt, ihrer ganzen Länge nach von einem Gefässbündel durchzogen, welches sich in den meisten Fällen als einen dünnen, aus ziemlich regelmässigen, gestreckten, netzartig

verdickten Elementen bestehenden, und von dem vorher betrachteten Gewebe unmittelbar umhüllten, Strang zu erkennen giebt. Seine vordersten, dem Holze des Nährstengels angeschmiegten Elemente weichen, wie in den früher betrachteten Haustorien, auch hier von den übrigen nicht unbedeutend ab (Taf. XXXV. Fig. 1 i und Fig. 5). Meistens sind sie bedeutend stärker verlängert als diese und nur im hinteren Theile mit den gewöhnlichen netzförmigen Verdickungsleisten versehen, welch letztere nach vornen bald schwächer werden, fragmentarisch ausgebildet sind und endlich ganz verschwinden. Zugleich ist der verdickungslose Theil in mannigfacher Weise verbogen und gekrümmt, sowie mit unregelmässigen, nach allen Seiten gerichteten Aussackungen versehen, die der ganzen Gefässzelle ein höchst unregelmässiges, und in extremen Fällen sogar wiederholt büschlig verzweigtes Ansehen geben können (Taf. XXXV. Fig. 5). Oefters stehen derartige Gefässelemente mit mehreren Gefässen des Nährstengels durch ihre verschiedenen Auszweigungen in Verbindung. Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung des Verhaltens des Gefässstranges am entgegengesetzten hinteren Ende des Achsencylinders, so bemerken wir, dass er hier aus viel kleineren und unregelmässigeren Elementen besteht und sich mittelst solcher continuirlich durch die den Achsencylinder mit dem Gefässbündelring des Cuscuta-Stengels verbindende Gewebsmasse (Taf. XXXV. Fig. 1 e) hindurch fortsetzt. Diese letztere setzt sich ihrerseits, soweit sie nicht aus Gefässen besteht, aus zahlreichen, kleinen, sehr protoplasmareichen und trüben, annähernd tafelförmigen oder cubischen Zellen zusammen, und reicht, das Gefässbündel, wie schon oben angedeutet, umscheidend, bis in den hintersten Theil des Achsencylinders hinein, sich daselbst unter Vergrösserung ihrer Zellen im umgebenden Gewebe verlierend. Es wird dieselbe häufig von einer der die Gefässbündelstränge des Cuscuta-Stengels rings umgebenden Milchsaftröhren gekreuzt, ohne dass jedoch diese in irgend welcher anderen Beziehung zu ihr ständen, als dass sie bisweilen innerhalb derselben etwas nach aussen gezerrt und dadurch der Stengelrinde in langen, flachen Bogen ein wenig genähert erscheinen.

Die Mannigfaltigkeit in der Erscheinung des Achsencylinders des Haustorium von Cuscuta ist indessen mit dem bisher Geschilderten bei weitem noch nicht erschöpft. Zuvörderst kommt es, wenn die Cuscuta-Pflanze ihre Haustorien in Nährstengel mit schmalem Holzring und saftigem Mark treibt, ausnehmend häufig vor, dass das Wachsthum des Achsencylinders nicht an der äusseren Seite besagten

Holzringes seine Grenze findet, sondern, ihn durchbrechend, bis ins Mark hinein vordringt (Taf. XXXV. Fig. 3 d), wie ich dies öfters an Haustorien von Cuscuta Trifolii Bab. und C. Epithymum beobachtet habe. Es wächst in diesem Fall gewöhnlich eine geringe Zahl peripherischer Elemente des Achsencylinders in der früher beschriebenen Weise haarartig zwischen Holz und Cambium des Nährstengels weiter (Taf. XXXV. Fig. 3 o), während die Hauptmasse derselben, geradeswegs vordringend, den Holzring spaltet und sich im Mark unter Auseinanderweichen zu einem Büschel haarartig verlängerter Zellen (Taf. XXXV. Fig. 3 d) auflöst. Es drängen sich diese dann in mannigfacher Weise zwischen die safterfüllten Markzellen, hier und da auch in deren Innenraum eindringend und dieselben mitten durchwachsend, ohne indess dabei in ihrem gesunden Aussehen irgend welche Störungen hervorzurufen [1]).

Eine andere Abweichung von dem normalen Verhalten findet man häufig bei den Haustorien der grösseren Arten, C. tenuiflora und besonders C. europaea L., wenn sie auf Stengeln wachsen, deren Rinde eine mächtige Schicht saftigen Parenchyms oder Collenchyms und verwandter Gewebsformen enthält. Cuscuta europaea L. zeigt dieselbe ganz besonders schön, wenn sie, wie oft geschieht, junge Triebe von Fraxinus oder Syringa umschlingt. Es pflegt nämlich in diesem Fall (Taf. XXXV. Fig. 2) der Achsencylinder nur eine kurze Strecke weit als geschlossenes Ganze in das betreffende primäre Rindenparenchym einzudringen, worauf dann, nach Beendigung dieses Wachsthums, die einzelnen Zellen seiner Spitze sich in eben der vorhin für das Mark beschriebenen Weise, zwischen den Zellen in allen Richtungen durchdrängend, zu vielfach gekrümmten, haarartigen Ausläufern entwickeln (Taf. XXXV. Fig. 2 a), von denen ein Theil, die Bastfaserschicht durchwachsend, unter mannigfachen Windungen und hier und da sogar ans Holz anstossend im Weichbast verläuft. Bei diesen ihren eben beschriebenen Eigenschaften muss es natürlich erscheinen, dass man sie auf Schnitten niemals in voller Continuität zu Gesicht bekommt. Da ihr Lumen zugleich von nicht unbedeutender Weite zu sein pflegt, können abgeschnittene Stücke derselben auf dünnen Schnitten leicht weite, unregelmässige, mitten im normalen Weichbast gelegene Lücken vorstellen, deren Ursprung sich jedoch immer leicht durch die sie umgebende, derbe, wie ge-

1) Vergl. hierzu das über den Gegenstand Gesagte in Hofmeister: „Die Lehre von der Pflanzenzelle". pg. 238.

quollen aussehende Membran bekundet. In ganz analoger Weise geht bei derartig ausgebildeten Haustorien auch der Ansatz ihrer Gefässe an die des Nährstengels vor sich. Es tritt nämlich der Gefässstrang von der Spitze des compacten Achsencylinders aus gleichfalls frei in das Gewebe der Nährstengelrinde über, dasselbe in Form eines lockeren Büschels von Gefässröhren (Taf. XXXV. Fig. 6) bis zum Holzkörper durchlaufend und sich dort an dessen Gefässe ansetzend. Jede dieser Röhren besteht dabei aus mehreren gestreckten und mittelst runder Löcher mit einander verbundenen Gefässzellen, deren Form und Dicke an verschiedenen Stellen im höchsten Grade wechselt, und die mit zahlreichen kurzen Seitenzweiglein versehen sind. Die Membranverdickungen fehlen ihnen fast gänzlich oder sind doch nur sehr mangelhaft vorhanden; nur die vordersten, den Ansatz an die Nährstengelgefässe bewirkenden, zugleich meist kurzen und dicken Elemente weisen ein ziemlich vollständiges Verdickungsnetz auf.

Bei Cuscuta tenuiflora, die auf den saftigen Stengeln von Impatiens Balsamina wuchs, beobachtete ich noch eine weitere Modification in der Ausbildung des Achsencylinders. Es verhielten sich die betreffenden Haustorien in allen Beziehungen den zuletzt besprochenen ähnlich, aber die haarartig ausgewachsenen Zellen der Spitze ihres Achsencylinders hatten in grosser Zahl, und zwar selbstständig, jede für sich allein oder zu schmalen Bündeln vereinigt, den dünnen Holzring der Balsamine an vielen Stellen durchbrochen und das gesammte Mark bis zur gegenüberliegenden Seite in üppigster Weise durchwuchert, so dass man nicht selten im Inneren einer einzigen seiner Zellen die Querschnitte dreier und mehr solcher haarartiger Gebilde antraf.

Bezüglich der Entwicklung des Cuscuta-Haustorium beschränken sich meine Beobachtungen auf eine Species, Cuscuta Trifolii, von der man mit grösserer Leichtigkeit, als von den übrigen einheimischen Arten, Material geeigneten Entwicklungszustandes in grösserer Menge erhält. Ebenso wie wir es für Form und Bau schon im Früheren kennen lernten, so zeichnet sich auch die Entwicklungsweise des Haustorium von Cuscuta vor der des gleichen Organes der Santalaceen und, soweit ich es zu beurtheilen vermag, auch der Rhinanthaceen durch bei weitem grössere Einfachheit aus. Zuvörderst hebt sie mit der, in der Tiefe der Rinde des Cuscuta-Triebes stattfindenden, Entstehung eines normalen Adventivwurzelanfangs an, während dessen Anlegung die im Früheren, zum wenigsten in ihren Resulta-



ten, besprochene Vermehrung und Dehnung des umgebenden Rindengewebes, sowie das papillöse Auswachsen sämmtlicher Zellen des über demselben gelegenen Epidermisstückes, behufs Herstellung der Ansatzfläche, vor sich geht. Innerhalb des so gebildeten Rindentheiles des Haustorium, der also nur eine leichte Erweiterung der primären Rinde des Cuscuta-Stengels vorstellt, hat in dem jungen Adventivwurzelanfang beträchtliche Vergrösserung stattgefunden, und beginnt derselbe, während in seinem vorderen Theile eine starke Zelldehnung anhebt, die ihn bedeckenden Parenchymschichten und die Epidermis zu inhaltsleeren Membranmassen zusammenzudrücken. Taf. XXXV. Fig. 4 stellt das junge Haustorium in diesem Stadium seiner Entwicklung vor; der Nährstengel, dem dasselbe ansass (ein anderer Cuscuta-Trieb) ist durch eine Zufälligkeit entfernt worden. Ringsum sieht man das die Adventivwurzel umgebende Rindenparenchym, bei a die Papillen der Epidermis seiner Ansatzfläche; erstere selbst endlich in der Mitte, das vor ihr gelegene Gewebe bei b zusammendrückend. Die Adventivwurzel weist jetzt eine länglich eiförmige Gestalt auf, ihr hinterer, aus kleinen, Protoplasma und kleinkörnige Stärke führenden Zellen bestehender Theil (Taf. XXXV. Fig. 4 c) steht mit dem Gefässbündel des Cuscuta-Stengels in Verbindung und hebt sich mit ziemlich deutlicher Grenzlinie gegen den vorderen ab. Dieser, von nahezu kugliger Form, stellt den mit deutlicher Wurzelhaube versehenen Vegetationspunkt vor, dessen Zellgrenzen von so grosser Zartheit sind, dass sie erst nach Behandlung mit wässeriger Jodlösung, die ihre trüben, homogenen, protoplasmatischen, stärkelosen Inhalte gelinde schrumpfen lässt, deutlich hervortreten. Man erkennt dann, dass die Wurzelhaube (Taf. XXXV. Fig. 4 d) aus wenigen Lagen unregelmässig polygonaler Zellen besteht, die ebenso dünnwandig und protoplasmareich erscheinen, wie die des darunterliegenden Vegetationspunktes. Dieser (Taf. XXXV. Fig. 4 v) zeigt deutlich reihenweise Anordnung seiner kleinen, im Allgemeinen tafelförmigen Zellen, deren Gestalt in den äusseren Lagen durch Eintritt starken Längenwachsthums modificirt und an den vordersten derselben schon ins gestreckt Cylindrische übergeführt erscheint (Taf. XXXV. Fig. 4 x). Indem dieses Wachsthum in dem vorderen Theile der Adventivwurzel andauert, werden die ihre Spitze deckenden, zerdrückten Zellreste durchbrochen und in leicht zu beobachtender Weise allmählich in gelbe Korkmasse übergeführt, welche die in die Rinde des Nährstengels als junger Achsencylinder des Haustorium eindringende Adventivwurzel unterscheidet. Auch die Wurzelhaube, von

der in späteren Zuständen nichts mehr zu sehen ist, dürfte dasselbe Schicksal erleiden. Der hintere, zuerst besprochene Theil der Adventivwurzel bildet sich zu der Verbindungsstelle zwischen dem Gefässbündel des Achsencylinders und dem des Cuscuta-Stengels aus, der vordere, wie schon angedeutet, zum Achsencylinder selbst, vermuthlich an der Grenze gegen den ersteren durch Querdehnung seiner peripherischen Zellen die basale, nagelkopfartige Verbreiterung herstellend. — An solchen Stellen des Cuscuta-Stengels, wo derselbe seine Nährpflanze nur locker oder gar nicht umschlingt, bilden sich nichtsdestoweniger in den meisten Fällen Haustorien aus; aber dann wächst das, die Adventivwurzel umgebende, Gewebe durch Dehnung und Theilung seiner Zellen mit derselben weiter und entwickeln sich daher solche Haustorien zu mehr oder weniger spitzen Hervorragungen des Cuscuta-Stengels. Ihr Längenwachsthum erlischt indessen nach kurzer Zeit und bestehen sie dann einfach aus einem axilen Gefässbündel, welches Gefässe und dünnwandige, gestreckte Zellen enthält, und einer, dasselbe umhüllenden, grosszelligen, von Epidermis bedeckten Rindenparenchymschicht. An der Spitze des Ganzen liegt zwischen eben dieser Gewebsschicht und der Endigung des Gefässbündels eine, diese letztere umgebende Gruppe von Parenchymzellen, die sich von den übrigen durch ihren klaren, wasserhellen Inhalt auszeichnen, und der in Dauergewebe übergegangenen Wurzelhaube ihre Entstehung zu verdanken scheinen.

Zum Schlusse sei noch einer morphologischen Eigenthümlichkeit der grösseren Cuscuta-Species, besonders der Cuscuta europaea Erwähnung gethan. Es entspringen hier am Stengel, unmittelbar neben den Haustorien, niemals aus diesen selbst, wie ich mich in zahlreichen Fällen überzeugte, eigenthümliche, äusserst dünne und schwächliche, häufig gruppen- oder büschelweise beisammenstehende Adventivzweige (Taf. XXXV. Fig. 7 a). Es waren dieselben, wie gesagt, so oft ich sie auch sah, immer schwächlich, und trugen nur wenige entwickelte Blättchen, vielleicht dass sie bei Verletzungen des Hauptstengels eine wichtigere Rolle zu spielen bestimmt sind. Die Schacht'schen, dem Haustorium selbst entsprossenen Zweige habe ich an den von mir untersuchten Arten nicht gefunden; C. verrucosa, an der Schacht seine Beobachtungen machte, stand mir leider nicht zu Gebote[1]).

Ueber die Entwicklung des jungen Cuscuta-Pflänzchens aus dem

1) Schacht, Beiträge p. I. pg. 168.

Samen habe ich nur wenige Beobachtungen gemacht und verweise ich für deren ausführliche Darstellung auf die weiter unten zu erwähnende Arbeit von Uloth über diesen Gegenstand, aus der ich nur folgende Hauptzüge des Zusammenhanges halber wiedergebe. Der gerollte, cotyledonenlose Embryo tritt bei der epigäischen Keimung zuvörderst mit dem Radicularende aus dem Samen, dessen Hüllen bis zur völligen Verzehrung des Endosperms seinen Vegetationspunkt umgeben. Dieses bildet keine echte Wurzel, es entbehrt der Wurzelhaube und entwickelt sich nicht weiter, sondern stirbt ab, während das Stengelchen zu einem langen, dünnen Faden auswächst, der, vornen an Länge zunehmend und hinten fortwährend weiter absterbend, sich nach einiger Zeit consumirt, falls er keine Nährpflanze erreichen kann. Gelingt ihm dies aber, so windet er sich um deren Stengel und bildet das erste Haustorium. Bisher war das Pflänzchen gefässlos, jetzt beginnt die Gefässbildung und zwar zuerst im Haustorium im Anschluss an die Gefässe der Nährpflanze, von hier aus in das Stengelchen übergehend. — Auch in Bezug auf die Keimung ihres Samens und die Weiterentwicklung des Pflänzchens schliesst sich Cassytha eng an Cuscuta an, wie aus den Angaben Jacquin's[1]), den einzigen, die über diesen Gegenstand vorhanden, hervorgeht. Er sagt nämlich von Cassytha filiformis L. sp. pl. I pg. 35: „parasitica fruticum, e seminibus mecum ex America translatis terraeque in caldariis Viennensibus mandatis optime germinavit; initio filamentosum simplicemque cauliculum recta ex terra sursum propellendo, dein in ramos abeundo. Hi primo, cui obviant frutici accrescunt neque tunc terra diutius egent, qua nutriantur. Verrucas enim emittunt situ longitudinali plures, pedibus erucarum omnino similes, quibus adeo adhaerent tenaciter, ut si a foliis abstrahere quis velit, haec dilacerat non avellat."

Die Cuscuten waren schon den Alten wohl bekannt und wurden mit ihrem Vorkommen vielfach abergläubische Vorstellungen verbunden. Guettard[2]), der erste, der eine genaue und für seine Zeit vorzügliche, anatomische Untersuchung derselben unternahm, erzählt besonders von Cuscutaumrankten Trauben, deren er auch eine abbildet, und die in früherer Zeit, bis Borel (wo wird nicht gesagt) ihre wahre Natur kund gab, als wunderbare Gegenstände betrachtet

1) Jacquin, „selectarum stirpium americanarum historia" 1763 pg. 116. tab. 79.

1) Guettard, Mém. sur l'adhérence de la cuscute aux autres plantes. Hist. de l'acad. royale des sc. an. 1744 pg. 170 seq. tab. XIII.

und vielfach von verschiedenen Autoren besprochen worden waren. Was das Haustorium betrifft, so erkannte er ganz richtig, dass dasselbe aus einer, von ihm als mamelon bezeichneten Auftreibung des Stengels besteht, die in ihrem Inneren das suçoir, unseren Achsencylinder des Haustorium, birgt, wenn auch die Entwicklungsgeschichte, die er von der ersten giebt, nicht richtig ist, indem er glaubt, dass sich an der Stelle, wo sich eine solche bilden soll, die Epidermis öffne, um die Parenchymzellen heraustreten zu lassen. Durch andauerndes Heraustreten solcher Zellen sollte dann der mamelon wachsen, um sich endlich an seiner Spitze zu öffnen (auf welche Weise ist nicht gesagt). Nach wenigen Tagen soll darauf in der Oeffnung ein kleiner, langsam in die Länge wachsender Körper sichtbar werden. Dieser, das suçoir, besteht nach Guettard aus gestreckten Fasern und wird vom Parenchym des mamelon umgeben. Auch das Eindringen des Achsencylinders in die Rinde der Nährpflanze hat Guettard beschrieben und sagt er ausdrücklich: „c'est le suçoir seul qui doit s'y faire une entrée", und weiter: „quelquefois il n'a pas été plus loin que l'écorce, quelquefois il a entamé le corps ligneux etc.", woraus hervorgeht, dass er die beiden wichtigsten der oben betrachteten speciellen Fälle seines Eindringens beobachtet hat.

Geraume Zeit später findet sich eine flüchtige Erwähnung der Cuscuta-Haustorien als kleiner Papillen, mittelst deren der Parasit sich befestige, Nahrung aus der Nährwurzel ziehe, und an dieser Stelle zu dicken Knoten anschwelle, bei L. H. Palm [1]). In demselben Jahr erfuhr die durch Guettard erworbene Kenntniss ihres Baues mannigfache Erweiterung durch H. v. Mohl [2]). Derselbe widerlegte die von Guettard angegebene Entwicklungsweise des mamelon, beschrieb zuerst das Auswachsen der sämmtlichen Epidermiszellen desselben zu haarartigen Gebilden und gab genauere Darstellung vom Bau des Achsencylinders, von dem er bemerkt, dass er aus, auf der Achse des Stammes senkrecht stehenden Zellreihen und Gefässen bestehe. Was den Ort angeht, an dem sich Haustorien bilden, so glaubt Mohl, dass dies nur da geschehe, wo der Stengel des Parasiten der Nährpflanze eng anliegt, eine Ansicht, die erst viele Jahre später durch Brandt [3]), der die fehlgeschlagenen und

1) L. H. Palm, Ueber das Winden der Pflanzen. 1827, pg. 45.

2) H. v. Mohl, Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. 1827, pg 129.

3) Brandt, Nonnulla de parasitis quibusdam phanerogamicis obss. Linnaea 1849.

zu spitzen Warzen ausgewachsenen Haustorien der frei windenden Stengeltheile auffand, widerlegt wurde. Während Unger[1]) Guettard's und Mohl's Beobachtungen nichts wesentlich Neues hinzuzufügen wusste, indem er die Lebensweise von Cuscuta in der 8ten Stufe folgendermaassen charakterisirte: „Der Parasit entwickelt sich ziemlich selbstständig und schickt nur hier und da Haustellen vom Stamm aus in die Nährpflanze,“ beschrieb Brandt l. c. den Ansatz der Cuscuta-Gefässe an die der Nährpflanze auf pg. 104 wie folgt: „radix illa quam antea descripsi in ipsam Balsaminam dimittitur, ita ut ejus vasa arcte acclinent Balsaminae vasculis,“ und: „Haustoria illa ad lignum plantae nutricis penetrant corpus, sed vasa eorum maximis Balsaminae vasculis acclinant spiralibus.“ Schacht[2]) bestätigte in seiner Arbeit über Schmarotzergewächse für die einheimischen Cuscuten Mohl's Angaben, denen er als neu hinzufügt, dass der Achencylinder ihres Haustorium, manchmal sogar den Holzkörper des Nährstengels durchwachsend, bis in dessen Mark vordringen kann, und liefert ausserdem werthvolle Beobachtungen für die tropische, mehrjährige Cuscuta verrucosa, die mir leider, wie schon früher gesagt, zur Untersuchung nicht zu Gebote stand. Er sagt nämlich von derselben: „Bei ihr findet man deshalb die Saugwurzel oftmals tief im Holzring liegend; sie hat hier nicht das Holz verzehrt, sie ist nur jahrelang mit ihrer Nährpflanze gewachsen. Die Zahl der Jahresringe, welche die Saugwurzel umschliessen, bestimmt das Alter derselben.“ Auch Uloth[3]) unterscheidet scharf zwischen Rinde und Achsencylinder des Haustorium, dessen zartwandige, protoplasmareiche Gewebsmasse er kurzweg als das Cambium des centralen Gefässstranges ansieht und der er innigen Zusammenhang und Verwachsung mit dem Cambium der Nährwurzel zuschreibt. Wenn er dagegen angiebt, das Haustorium bilde keine Gefässe, wenn es zufällig auf der Cuscuta selbst schmarotze, so glaube ich ihm entgegentreten zu müssen, indem die derartigen, von mir untersuchten Haustorien constant Gefässe enthielten. Chatin[4]) giebt Abbildungen der Haustorien von Cuscuta Epithymum, major, densiflora, verrucosa, monogyna, von denen wiederum genau dasselbe gilt, was in dem früheren, die Santalaceae und Rhinanthaceae behandelnden Abschnitte, über die Darstellung der betreffenden Organe in der Ana-

1) Unger, Ann. des Wiener Museums d. Naturgeschichte Bd. II. 1840.
2) Schacht, Beiträge zur Anat. u. Phys. d. Gew. 1854, pg. 168 u. 169.
3) Uloth, Beitr. zur Physiol. der Cuscuteen. Flora 1860, Nr. 17 u. 18.
4) Chatin, Anat. Comp. Livr. 8. Tabb. 1—4.

tomie comparé dieses Autors gesagt worden ist. Auch das Haustorium der C. verrucosa ist danach dem anderer Arten völlig ähnlich, und von den von Schacht für dasselbe angeführten Eigenthümlichkeiten nichts zu sehen. Bei Pitra[1]) findet sich nichts, was unsere Kenntniss des Gegenstandes wesentlich erweitern könnte.

Ueber die Entwicklungsgeschichte des Haustorium findet sich in der Literatur, von Guettard's im Wesentlichen unrichtigen Angaben abgesehen, nur einiges Wenige bei Uloth[2]) in folgenden Worten: „An der Stelle, an der das Wärzchen entsteht, bemerkt man zuerst eine unbedeutende Aufschwellung, die, wie man auf dem Querschnitt sehen kann, mit einem cambiumartigen Gewebe ausgefüllt ist, welches mit dem Cambialstrang der Keimpflanze in Verbindung steht," und weiterhin: „Der Cambialstrang durchdringt nun zunächst die die Anschwellung umkleidende Epidermis und gelangt dadurch auf die Rinde der Nährpflanze etc." Für Weiteres muss auf das im Vorstehenden Gesagte verwiesen werden. —

Weit reicher dagegen ist die Literatur über die Entwicklung der jungen Pflanze aus dem Samen, und haben wir die erste, hierauf bezügliche Bemerkung, die das Wesentliche ganz richtig ausdrückt, bei Linné[3]) zu suchen. Dieselbe lautet, wie folgt: „Parasitica planta ecotyledonis, dehiscente semine absque cotyledonibus, extendit spirale corpusculum nec terram petit radicanda, sed absque omni radice contra solem volubilis ascendit plantas." Eine dieser ganz ähnliche, wenn auch etwas klarer ausgedrückte und ausführlichere Notiz giebt Gouan[4]) als Anmerkung zu Cuscuta: „Semina sata emittunt cauliculum filiformem volubilem, cotyledonibus foliis et radicibus destitutum; ubi autem pars hujus superior, plantae vicinae cuilibet ita adhaesit, ut ex illa nutrimentum hauriat, tunc pars inferior marcescit, perit. Imo si corpori exsucco uti petrae adhaereat tota perit." Der von Linné und Gouan angegebene Mangel der Cotyledonen wurde dann weiter von Mirbel[5]) nach eigenen Untersuchungen über die Keimung einer Neuholländischen Species bestätigt. Bei Palm l. c. findet sich eine kurze Notiz über die Keimung

1) Pitra, Bot. Zeit. 1861, pg. 73.

2) Uloth, Beiträge zur Physiol. der Cuscuteen. Flora 1860, Nr. 17 u. 18.

3) Linné, spec. pl. II; Richter Cod. bot. Linnaean. pg. 139. no. 1022.

4) Gouan, Flora monspeliaca 1765 pg. 16.

5) Brisseau de Mirbel, nouv. récherches sur les charactères anat. et phys. qui distinguent les plantes monocot. et les plantes dicotyl. Ann. du Muséum t. 13 (1809) pag. 54.

des Samens, sowie auch bei Brandt l. c. und eine ebensolche über das Wachsthum des fädlichen Keimlings bei Unger l. c. Weitere, genaue und weitläufige Angaben über den Bau des Cuscuta-Samens und dessen epigäische Keimung finden sich in der schon vorher besprochenen Arbeit von Uloth [1]) und wird ihrer und des Unterbleibens der Ausbildung jeglicher echten Wurzel auch neuerdings von J. v. Dorner [2]) Erwähnung gethan.

Cytinus Hypocistis.

Der Blüthenspross von Cytinus Hypocistis — denn eines jeden anderen entbehrt ja diese interessante Pflanze — besteht innerhalb der spaltöffnungslosen Epidermis aus Rinde, Mark und einem beide scheidenden Ring von freien Gefässbündeln. Die erstgenannten werden durchweg aus ziemlich gleichartigem Parenchym gebildet, und gehen in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Bündeln des Holzringes unmerklich in einander über. Die einzelnen Gefässbündel zeigen ziemlich verschieden geformte Querschnitte und enthalten zahlreiche Netz- und Spiralgefässe, sowie an der Grenze gegen das umgebende Gewebe zartwandige, gestreckte, protoplasmareiche Zellen; Holzfaserzellen dagegen scheinen ihnen gänzlich zu fehlen.

Die Nährpflanzen des Cytinus sind zahlreiche, wenn nicht etwa alle, Arten des ausgebreiteten Genus Cistus, doch scheint er, ähnlich wie Viscum, unter den seinigen eine gewisse Auswahl zu treffen und in verschiedenen Gegenden verschiedene Arten desselben vorzuziehen. So wächst er z. B. bei Lissabon und in den niedrigeren Theilen Algarves auf zahlreichen Cistus-Arten nicht selten und vermeidet nur den zu den häufigsten der dort vorkommenden Species zu zählenden C. ladaniferus. In dem algarvischen Gebirge dagegen, zumal in der Serra de Monchique, wächst er fast ausschliesslich gerade auf dieser Art, den vegetationslosen Boden unter ihren Gesträuchen mit seinen brennend rothen Massen überdeckend. Der Cytinus sitzt fast immer stärkeren Wurzelästen an (einmal sah ich ihn sogar aus dem unterirdischen Theile eines Cistus-Stammes entspringen), und lässt sich daher, da diese sehr flach verlaufen, meistens leicht durch einfaches Herausreissen der Nährpflanze mit ihr im Zusammenhang erhalten. In Folge dessen unterliegt die Beschaf-

1) Uloth, Beiträge zur Physiol. der Cuscutaceen. Flora 1860, Nr. 17 u. 18.

2) J. v. Dorner, Die Cuscuten der ungarischen Flora (aus der Originalsprache übersetzt von Ascherson). Linnaea Bd. XXXV. p. 126 et seq.

fung genügenden Materials zur Untersuchung keinen besonderen Schwierigkeiten. Leider konnte diese letztere trotzdem nicht an Ort und Stelle[1]) zur Ausführung kommen, sondern musste später nach der Rückkehr an den reichlichen in Alkohol bewahrten Exemplaren vorgenommen werden. —

Macht man einen Querschnitt durch eine vom Cytinus befallene Wurzel des Cistus ladaniferus, so erscheint auf demselben ein auf den ersten Blick völlig regelloses und unentwirrbares Gemenge der heterogensten Gewebstheile. Im Centrum des Ganzen findet sich zunächst der harte, gelblichroth gefärbte Holzkern der Cistus-Wurzel, der an seiner Peripherie unregelmässig gekerbt und zerfasert erscheint (Taf. XXXVI. Fig. 1 x und Fig. 2 x). Er wird von einer schwammig weichen, in frischem Zustande weisslich fleischfarbenen Masse ringförmig umgeben, die alle Kerben zwischen seinen Hervorragungen erfüllt und nach aussen an das röthliche Rindengewebe der Cistus-Wurzel anstösst, von dem sie indessen in vielen Fällen noch durch unregelmässige, öfters wie zerfetzt und zerrissen aussehende, entweder ganz freie, oder durch schmale Verbindungen mit dem centralen Kern verbundene Holzfragmente geschieden wird (Taf. XXXVI. Fig. 1 H und Fig. 2). An dem mir vorliegenden, in Alkohol bewahrten Material hat die gesammte, den Holzkern umgebende Gewebsmasse bis zur Oberfläche ein und dieselbe gleichmässig rothbraune Farbe angenommen, die, nach aussen an Intensität zunehmend, unmerklich in das Schwarzbraune der äussersten Borkenlagen übergeht. Es scheinen dann die erwähnten, ringsum vorfindlichen Fragmente des Cistus-Holzes innerhalb einer gänzlich homogenen braunen Gewebsmasse zu liegen, die jedoch, wie uns ihr genaueres Studium lehrt, aus sehr verschiedenen Theilen besteht, deren einzelnen eine äusserst mannigfaltige und höchst eigenthümliche Structur und Entwicklung zukommt. Betrachten wir zum Zwecke deren genauerer Kenntniss zunächst den Querschnitt einer vor noch nicht allzulanger Zeit vom Parasiten befallenen Wurzel, in welcher zwar schon die peripherische Zerklüftung des Holzes in hohem Grade vorhanden ist, die abgetrennten, ringsum gelegenen, schon vorhin erwähnten Holzmassen und Fragmente jedoch noch fehlen. Fig. 3 auf Taf. XXXVI bietet uns ein annähernd derartiges Bild, nur dass hier der den Holzkörper umscheidende Ring vielfach unterbrochen

1) Die Materialien zur Untersuchung von Cytinus Hypocistis wurden im Frühjahr 1866 im südlichen Portugal von mir selbst gesammelt.



ist. Von aussen nach innen fortschreitend finden wir hier zunächst die Rinde der Cistus-Wurzel, deren weitaus grössere Masse aus grosszelligem Rindenparenchym von intensiv rothbrauner Farbe besteht, dessen äusserster Theil von verschrumpften, mit braunen, vacuolenreichen Harzklumpen erfüllten Zellen gebildet wird, während es gegen seine innere Grenze hin allmählich kleinere und blässere Zellen darbietet. In dieser Parenchymmasse liegen zerstreute, mehr oder weniger zahlreiche und auch hinsichtlich ihrer Grösse sehr verschiedenartige Bastfaserbündel. Ihre einzelnen Zellen sind dicht aneinandergedrängt, von polygonalem Querschnitt, fast bis zum Verschwinden des Lumens verdickt und lassen an ihren Grenzen aufs Schönste die stark lichtbrechenden Leisten ihrer äussersten Membranschichten erkennen. An der inneren Grenze der gesammten Rinde zeigen sich als ein sehr kleinzelliges Gewebe weit von einander getrennte, querdurchschnittene Weichbast- und Cambiumbündel. Die innere Schicht unserer braunen Gewebsmasse wird, wie gesagt, vom Gewebe des Parasiten gebildet. Ebenso wie die Rinde der Cistus-Wurzel besteht dasselbe seiner Hauptmasse nach aus grosszelligem, intensiv braun gefärbtem Parenchym (Taf. XXXVII. Fig. 1), und ist es, wo nicht gerade dazwischenliegende Weichbastbündel zu Hülfe kommen, bei so ähnlichem Bau beider, zumal sie innig mit einander verwachsen sind, schwierig, oftmals fast unmöglich, die Grenzlinie aufzufinden. Im Grossen und Ganzen lässt sich indess das Cytinus-Gewebe von dem der Cistus-Rinde leicht durch den völligen Mangel der dort häufigen charakteristischen Bastfaserbündel unterscheiden. Ungefähr in der Mitte des uns beschäftigenden, den Holzkern der Nährwurzel ringförmig (freilich nur bei völliger Regelmässigkeit) umgebenden Cytinus-Polsters sehen wir in demselben eine dunklere Zone verlaufen, die es in zwei concentrische, einander annähernd gleich breite Schichten zerlegt (Taf. XXXVI. Fig. 2 a; Fig. 1 w; Fig. 3 a; Fig. 4 a). Wir wollen uns zunächst auf die Untersuchung ihres Baues beschränken und ihre sonstigen bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten bis auf Weiteres versparen. Um über ihre Zusammensetzung ins Klare zu kommen, ist die Herstellung sehr dünner Querschnitte (Taf. XXXVII. Fig. 2) ein unbedinges Erforderniss. Auf solchen sieht man dann, dass wir es mit einer Meristemschichte zu thun haben, von welcher aus das gesammte Cytinus-Polster durch fortgesetzte Theilungen in die Dicke wächst.. Ihre Elemente stellen quadratisch tafelförmige, von aussen nach innen abgeflachte, protoplasmareiche, mit zarter, aber nichtsdestoweniger intensiv rothbraun tingirter Membran ver-

sehene Zellen vor. Sie sind in regelmässige, radiale Reihen geordnet, deren Verlauf mit Leichtigkeit nach innen und aussen weithin ins erwachsene Parenchym des Cytinus-Polsters verfolgt werden kann und nur durch die Entwicklung der gleich zu besprechenden Gefässstränge vielfach gestört wird. Die Aufbewahrung in Alkohol macht die jüngeren Zellen dieses Meristems (Taf. XXXVII. Fig. 2 *a*) stark collabiren, ihre Membranen sind häufig, namentlich in ihrer mittelsten Schicht, wo zahlreiche Theilungen stattfinden, selbst mit Ammoniak oder ätzendem Kali nicht zum Auseinanderweichen zu bringen. Sie werden indess, falls die Einwirkung genannter Reagentien ihren Zweck erreicht, blass und ausnehmend schwer sichtbar, so dass man dieselben, behufs der Zeichnung, mittelst Chlorzinkjod blau zu färben genöthigt ist.

Das intramatricale Cytinus-Gewebe besitzt, wie schon erwähnt, Gefässe und zwar sowohl in seinem, von der Meristemschicht aus betrachtet, äusseren, den wir im Folgenden die Cortical-Platte des Intramatricalpolsters des Parasiten nennen wollen, als auch im inneren, als Medullar-Platte zu bezeichnenden Theil. Am zahlreichsten sind dieselben in der unmittelbaren Nähe der Meristemzone, wo sie bisweilen in ziemlich compacten, regellosen Massen vorkommen (Taf. XXXVII. Fig. 1). Von hier aus verbreiten sie sich in Form langer, vielfach gekrümmter und gebogener, einfacher, niemals zu Bündeln vereinigter Reihen in dem gesammten Gewebe beider Platten des Cytinus-Polsters. Ihre einzelnen, rosenkranzartig verbundenen Elemente sind von ganz regelloser Form, im Allgemeinen kurz und weit und mit derben unregelmässig netzartigen Verdickungsleisten versehen; ihre Verbindung findet mittelst grosser runder Löcher statt. Wenn, wie häufig der Fall, einzelne derselben nicht zur völligen Entwicklung kommen und keine, oder doch nur Bruchstücke von Netzleisten aufweisen, findet man ihr Lumen gewöhnlich mit gelblich gefärbter, körniger, harzähnlicher Masse dicht erfüllt. Gewöhnlich erleiden nur einzelne Elemente eines Stranges eine derartige Modification, doch kommt es auch bisweilen vor, dass man auf weiten Strecken kein einziges ausgebildetes Gefässelement antrifft, in welchem Falle keine gelbe Inhaltsmasse in den Gefässzellen vorhanden zu sein pflegt. Trotzdem unterscheidet man dieselben auch in diesem Falle leicht von dem umgebenden Parenchym durch ihre Inhaltslosigkeit und durch die hie und da sichtbaren, sie verbindenden Löcher.

Die Cortical-Platte des intramatricalen Cytinus-Polsters bietet

kaum etwas ihr allein Eigenthümliches; ihr anatomischer Bau ist im Vorstehenden erschöpfend behandelt. Was ihre Grenze gegen die Cistus-Rinde betrifft, so ist darüber das im Anfang des Abschnittes Gesagte zu vergleichen; wo die Parenchymmassen beider aneinanderstossen, bilden sie, wie dort bemerkt, ein fast homogenes Gewebe, in welchem indessen bei Vergleichung von Längsschnitten die Grenze dadurch sichtbar wird, dass das Parenchym des Cytinus stärkere Längsstreckung aufweist, als das aus mehr isodiametrischen Zellen bestehende, und mittelst fortdauernder Theilungen derselben dem starken Dickewachsthum des befallenen Wurzelstückes folgende Parenchym der Nährwurzelrinde.

Bei weitem mehr Eigenthümlichkeiten bietet die Medullar-Platte, deren untere Fläche wir auf dem uns beschäftigenden Querschnitt mittelst zahlloser Spitzen und Ecken in die Spalten zwischen den Eingangs des Abschnittes erwähnten peripherischen Vorsprüngen und Rissen des centralen Holzes der Nährwurzel eingeschoben und diese, wie die Zähne eines Kammrades, die Lücken des anderen völlig ausfüllen sehen (Taf. XXXVI. Fig. 1 x; Fig. 2 x; Fig. 3; Fig. 4; und Taf. XXXVII. Fig. 5). Begreiflicher Weise sind diese Vorsprünge der Medullar-Platte von sehr verschiedenartiger Gestalt, an ihrer Basis jedesmal durch spitze, vom normalen Holz des Cistus erfüllte, Winkel von einander getrennt (Taf. XXXVII. Fig. 3). Häufig erscheinen sie als schmale, eine oder wenige Zellen breite, tief in das Holz des Cistus vorspringende Streifen, in anderen Fällen als mehr oder weniger beträchtliche, dreieckige Gewebsmassen; öfters findet man ihre Basis in letzterer, ihre Spitze dagegen in der ersteren Weise ausgebildet (Taf. XXXVII. Fig. 3 a). Auch Biegungen und seitliche Ausbreitungen kommen ihnen zu, die dann auf dem Querschnitt, wenn sie unterhalb der Schnittfläche liegen, leicht als rings vom Cistus-Holz umgebene Zellen oder Zellengruppen erscheinen können (Taf. XXXVII. Fig. 3 b). Die Gesammtmasse der Vorsprünge besteht aus dem bekannten grosszelligen Parenchym, dessen Zellen hier eine geringe radiale Streckung erleiden; in den massigsten derselben finden sich nicht allzuzahlreiche, der oben besprochenen Gefässreihen, die dann bogig, nach beiden Seiten auseinanderlaufend, ihre Endelemente an die Vorsprünge des Cistus-Holzes ansetzen, wobei sie indess, wie ich daraus schliesse, dass ich sie in zahlreichen, untersuchten Fällen immer nur an Holzfaserzellen anstossend finden konnte, nur sehr selten auf Gefässe treffen mögen.

Der Einfachheit halber wurde die Meristemschicht oben als eine

zusammenhängende Lage dargestellt; dem ist indessen nicht ganz so. Sie stellt auf dem Querschnitt vielmehr eine vielfach unterbrochene Zone vor (Taf. XXXVI. Fig. 1 w; vergl. auch die übrigen Figuren), deren Unterbrechungsstellen theils breiter, theils schmäler erscheinen und jedesmal vor einen der vorspringenden Zähne des Nährwurzelholzes zu liegen kommen. Zugleich sind die zwischen je zwei breiteren, mit der Loupe sichtbaren, solcher Unterbrechungen (Taf. XXXVII. Fig. 1 m; vergl. auch die übrigen Figuren) gelegenen Stücke der Meristemzone in den meisten Fällen mehr oder weniger stark convex, manchmal fast hufeisenförmig gegen das Centrum der Cistus-Wurzel hin gebogen und öfters nicht unbeträchtlich gegen einander verschoben, während die zahlreichen, schmalen, im Folgenden als Radialstreifen des intramatricalen Cytinus-Polsters zu bezeichnenden derartigen Stellen (Taf. XXXVII. Fig. 1 a) nur mikroskopisch sichtbar und ohne Einfluss auf die Gestalt der Meristemzone sind. Der Bau eines solchen, Cortical- und Medullar-Platte direct verbindenden, Radialstreifens ist sehr einfach, er besteht aus radial gestrecktem Dauerparenchym und geht, wie gesagt, continuirlich durch die Meristemzone durch; seine einzelnen Zellen haben constant die doppelte und in extremen Fällen die drei- und vierfache Länge derer des umgebenden Gewebes.

Vervollständigen wir jetzt das vom intramatricalen Theile des Parasiten bisher gewonnene Bild durch Betrachtung des Längsschnittes eines befallenen, dem vorigen ähnlichen Cistus-Wurzelstückes, so sehen wir das Gewebe des Parasiten jederseits des Holzkörpers der Nährwurzel als eine langgestreckte Masse zwischen diesem und seiner Rinde verlaufen. Von Vorsprüngen und Zacken ihrer Unterfläche ist keine Rede; es erscheint dieselbe vielmehr als eine einfache, gerade oder wellige Linie und beschränken sich überhaupt alle Verschiedenheiten, die man auf verschiedenen radialen Längsschnitten jederseits in der intramatricalen Masse des Parasiten wahrnimmt, darauf, dass dieselbe einmal breit und ein andermal beträchtlich schmäler erscheint, indem im letzteren Falle der Holzkörper an Breite zunimmt. Es ist hiernach leicht zu erkennen, dass die uns von dem Querschnitt her bekannten Vorsprünge der Unterfläche der Medullar-Platte ebensovielen, über die ganze Länge des Polsters verlaufenden und über dessen Fläche vortretenden Leisten angehören, welche mit ebensolchen des Cistus-Wurzelholzes abwechseln, und mit diesen, ähnlich wie die von der Schnittseite her zwischeneinandergeschobenen Blätter zweier Bücher, verschränkt erscheinen und im Fol-



genden wollen wir dieselben kurz als Medullarplattenleisten bezeichnen. Natürlich wird dann das jederseitige Polster schmal oder breit erscheinen müssen, je nachdem der Schnitt auf die Vorsprünge des Cytinus- oder auf die des Cistus-Holzes traf. Krümmungen im Verlauf der Medullarplattenleisten, die wir, obgleich sie wohl nie fehlen, im Vorstehenden nicht berücksichtigten, werden die Klarheit des Bildes wesentlich beeinträchtigen, ebenso Verzweigung oder Aufhören einzelner derselben. Doch bedürfen nach dem Gesagten die dadurch entstandenen Abweichungen und Unregelmässigkeiten keiner weiteren Besprechung und können leicht auf ihren Grund zurückgeführt werden. Was die Gesammtform des jederseitigen Längsschnittes des Polsters anbetrifft, so erreicht dieser ungefähr in seiner Mitte die grösste Dicke und verschmälert sich sehr langsam und allmählich gegen beide Enden, die in äusserster Schmalheit zwischen Holz und Cambium der Nährwurzel endigen. Der äusserste Rand gehört dabei, indem das übrige Gewebe vorher aufhört, der Meristemzone allein an, die, von einem zum anderen laufend, auch hier wieder als eine, im durchfallenden Licht dunkle, im auffallenden weissliche, Cortical- und Medullar-Platte scheidende Zone kenntlich wird.

Fassen wir nun den im Vorhergehenden geschilderten Thatbestand resumirend zusammen, so sehen wir zunächst das gesammte intramatricale Gewebe des Parasiten mit der Rinde der Nährwurzel in engstem organischen Zusammenhang stehen und, zwischen dieselbe und den Holzkörper eingeschoben, diesen letzteren in ähnlicher Weise umscheiden, wie der Blüthenstand von Typha seine Achse. Es ist dies in der schematischen Zeichnung eines befallenen Wurzelstückes nach vorheriger (in Wirklichkeit unmöglicher) Abschälung der Rinde Taf. XXXVII. Fig. 6 dargestellt. Wir können also die Gesammtheit des genannten Gewebes als einen regelmässigen Hohlcylinder betrachten, der von der Mitte (Taf. XXXVII. Fig. 6 a), dem Ort seiner grössten Mächtigkeit, nach seinen beiden kreisförmigen Rändern hin stetig an Dicke abnimmt, und brauchen seine häufigen, unregelmässigen, einseitigen oder einseitig geförderten (Taf. XXXVI. Fig. 1) Ausbildungsweisen zuvörderst wenigstens nicht in Betracht zu ziehen. Sein nahe dem Rande beginnendes Dickenwachsthum sehen wir auf der Thätigkeit einer, in ihm gelegenen und ihn in Cortical- und Medullar-Platte (oder richtiger-Cylinder) zerlegenden, hohlcylindrischen Meristemschicht beruhen. Indem diese selbe Schicht jederseits allein in den äussersten, kreisförmigen Rand des Hohlcylinders, denselben bildend, ausläuft, vermittelt sie auch dessen Längs-

wachsthum, welches, im Gegensatz zu dem durch tangentiale bewirkten Dickenwachsthum, durch radiale, zur Längsachse des ganzen quere Theilungen der Zellen dieses Randes herbeigeführt werden muss.

Bisher nahmen wir den Rand unseres Hohlcylinders als eine einfache Kreislinie an; ein Blick auf Taf. XXXVII. Fig. 6 a' u. a''', und die einem derartigen Rand in verschiedener Entfernung vom Ende entnommenen Querschnitte (Taf. XXXVII. Fig. 4 und Taf. XXXVI. Fig. 3) wird uns eines Besseren belehren. Auf successiven Querschnitten durch die Randgegend des intramatricalen Theiles des Parasiten sieht man denselben nämlich fortwährend an Dicke abnehmen und sich endlich in zahlreiche, kleine, manchmal mit einigen grösseren untermischte Stücke zerspalten, die, je weiter man nach vorn geht, immer kleiner werden und endlich verschwinden; auf den äussersten Schnitten (Taf. XXXVII. Fig. 4) pflegen ihrer nur noch ein paar winzige vorhanden zu sein, die zugleich nur aus wenigen Meristemzellen bestehen. Es ergiebt sich hieraus, dass der, wie schon gesagt, vorwiegend meristematische, kreisförmige Rand des Cytinus-Polsters aus tiefen Buchten und damit abwechselnden, ziemlich langen, schmalen oder breiten Vorsprüngen bestehen muss (Taf. XXXVII. Fig. 6 a'''). Vergegenwärtigen wir uns nun, dass dieser gesammte Rand zwischen Cambium und Holz der Nährwurzel liegt, so leuchtet ein, dass seine Vorsprünge, indem sie das zugehörige Cambium vom Holze abheben, weitere normale Holzbildung unmöglich machen, während dieselbe in seinen Einbuchtungen ganz in der alten Weise weiter gehen kann. Da nun zugleich in den Vorsprüngen das Dickenwachsthum beginnt, so werden mit einander abwechselnde Leisten von Nährwurzelholz und Parasitengewebe entstehen. Die letzteren werden sich dann durch fortgesetztes Marginalwachsthum ihres Vorder- und ihres Seitenrandes, der sich zwischen die Oberfläche der ersteren und deren Cambium einschiebt, fortwährend verbreitern, während sich die ersteren natürlich im selben Verhältniss, als sie successive ihres Cambiums beraubt werden, verschmälern müssen. Endlich werden die Gewebsleisten des Parasiten, die letzten Cambiumreste der zwischenliegenden Nährholzleisten verdrängend, zusammenstossen, und werden somit die ineinandergreifenden Leisten, wie wir sie im erwachsenen Theil des Parasiten an der unteren Fläche der Medullar-Platte fanden, hergestellt sein.

Es folgt aus den vorhergehenden Erörterungen, dass jetzt die dem Nährwurzelholz mit ihrer Unterfläche aufliegende, hohlcylindri-

sche Cytinus-Masse das diesem zugehörige Cambium auf ihrem Rücken trägt. Während des nun folgenden lebhaften Dickenwachsthums, dem die Parenchymmasse der Wurzelrinde, wie Eingangs bemerkt, mittelst lebhafter Zellvermehrung folgt, vergrössert sich der schon von aussen sichtbar angeschwollene Theil des befallenen Wurzelstückes. Es entstehen zugleich im Verlauf des Nährwurzelcambiums, in ungleichen Abständen von einander und mehr oder minder zahlreich, Lücken, die vom Rindenparenchym und dem Gewebe des Parasiten erfüllt werden (Taf. XXXVI. Fig. 1 b und Fig. 2 z). Durch deren fortgesetztes lebhaftes Wachsthum wird somit die Cambium- und Weichbastzone der Cistus-Wurzel in zahlreiche, grössere und kleinere, durch breite Parenchymstreifen von einander geschiedene Stücke zerspalten, die dann ihrerseits durch verschiedenartige Wachsthumsintensität verschiedener Stellen der hohlcylindrischen Parasitenmasse in mannigfachster Weise gegeneinander verschoben werden können. Unterdessen ist aber auch das vom Holz abgehobene Cambium der Nährwurzel seinerseits nicht unthätig geblieben, sondern hat mit der Ablagerung normalen Cistus-Holzes auf die Oberfläche des Parasiten begonnen. Anfangs werden zwar die noch dünnen Schichten jungen Holzes durch die im Gewebe des Parasiten stattfindenden Dehnungen vielfach zerrissen, gespalten und in jeder Weise an ihrer normalen Entwicklung gehindert, endlich jedoch siegt das Cambium der Nährwurzel und setzt dem weiteren Wachsthum des Feindes durch Auflagerung mehr oder weniger unregelmässiger und mächtiger Holzmassen (Taf. XXXVI. Fig. 1 z und Fig. 2 r) ein Ziel. Indem sich nun die Meristemschicht des in solcher Weise von neugebildetem Holz umpanzerten Hohlcylinders des Parasiten theils in Gefässe, theils in kleinzelliges Dauerparenchym umwandelt, wobei sie indess immerhin als deutlich sichtbarer und unterscheidbarer Gewebsstreifen ferner erhalten bleibt, fällt die weitere Entwicklung desselben denjenigen Stellen seiner oberen Fläche zu, die wir im Früheren die Lücken zwischen den zahlreichen Stücken der Cambial- und Weichbastmasse der Cistus-Wurzel gemeinsam mit deren Rindenparenchym ausfüllen sahen (Taf. XXXVI. Fig. 1 b und Fig. 2 z). Es bildet sich nämlich von jeder dieser Stellen seiner Oberfläche aus eine neue Meristemschicht, die durch Marginalwachsthum wiederum das auf den Parasiten abgelagerte Holz vom zugehörigen Cambium trennt (Taf. XXXVI. Fig. 1 u. 2). Durch die gemeinsame Thätigkeit aller dieser neuen Meristemflächen und ihr nachfolgendes Dickenwachsthum wird bald eine neue, der ersten concentrische, aber viel-

fach unterbrochene und unregelmässige, hohlcylindrische, vom Gewebe des Parasiten gebildete Schicht entstehen, deren beginnende Entwicklung in Taf. XXXVI. Fig. 1 dargestellt ist. Auf diese Schicht wird das Nährwurzelcambium wieder neues Holz in grösserer Unregelmässigkeit als das erste Mal ablagern, dieses letztere wird wiederum in beschriebener Weise von seinem Cambium durch Zwischenschiebung und Bildung eines neuen, äusserst unregelmässigen Hohlcylinders des Parasiten geschieden werden u. s. w.

Da es hiernach einleuchtet, dass ein so gewaltsamer Vorgang selbst im Normalfalle nur wenige Male wiederholt zu einer Unregelmässigkeit und Verflechtung der Gewebsmassen der Nährpflanze und des Parasiten führen muss, die eine Erkennung des genetischen Zusammenhangs derselben unmöglich macht, bedarf es wohl keiner Entschuldigung, wenn ich nicht im Stande bin, irgend welche Angaben über die vorkommende Zahl derartiger Uebereinanderschiebungen zu machen. Im Allgemeinen lassen sich nur die beiden innersten mit annähernder Sicherheit erkennen. Es mag zur Andeutung der möglichen Verwicklungen und Complicationen in jedem einzelnen Falle auf die Figuren Taf. XXXVI. Fig. 1, 2, 3, 4 und Taf. XXXVII. Fig. 4, 5 verwiesen und hinzugefügt werden, dass verwickeltere Fälle jedes Versuches, sie zu zeichnen, spotten, wie es denn auch wohl, wenn wir bedenken, dass schon der erste Hohlcylinder, der doch nur aus einer continuirlichen Entwicklungsschicht hervorgeht, gar mannigfaches, unterbrochenes, einseitig (Taf. XXXVI. Fig. 1) oder endlich gar mehrseitig (Taf. XXXVI. Fig. 2) gefördertes Wachsthum aufweisen kann, in keiner Weise Wunder nehmen wird, wenn wir jedem der folgenden, bei der jedesmal vermehrten Zahl der sich verschieden verhaltenden einzelnen Anfangspunkte seiner Entwicklung, die Möglichkeit gegeben sehen, je in vermehrtem Maasse zu der schon vorhandenen Verwirrung beizutragen. An seit lange von dem Parasiten befallenen Cistus-Wurzeln findet man natürlich sehr verschiedene Stufen der geschilderten Entwicklung, je nachdem man die untersuchten Querschnitte mehr der Mitte oder dem fortwachsenden Rande der in ihrem Inneren wuchernden Cytinus-Masse nähert. Die im Obigen geschilderte Zwischeneinanderlagerung und Verwirrung verschiedenartiger Gewebstheile in einer vom Cytinus durchwucherten Cistus-Wurzel wird durch die Entwicklung seiner Blüthenstände, wie schon Eingangs erwähnt, der einzigen der Pflanze überhaupt zukommenden, normalen Sprosse, wie sich schon a priori erwarten liess, noch vermehrt. Vor der Anlegung des ersten sei-

ner secundären, intramatricalen Hohlcylinder scheint der Parasit niemals zu blühen, obgleich in allen Fällen die Entwicklung der Blüthenstände von dem primären (Taf. XXXVI. Fig. 1 Q), oder bei älteren Exemplaren, wo dieser kein thätiges Meristem mehr aufweist, ja häufig sogar abgestorben zu sein pflegt, zum wenigsten von einem der inneren ausgeht. Die Entstehung eines jeden Blüthenstandes beginnt mit einer äusserst lebhaften Zellvermehrung einer kleinen Stelle der Meristemzone des betreffenden Hohlcylinders. Bald erscheint diese Stelle zu einer sackähnlichen Falte ausgedehnt, deren Spitze gegen die Peripherie der Wurzel gerichtet ist, und die sich natürlich im Längsschnitt als eine kegelförmige, nach aussen gerichtete Knickung der Meristemzone darstellt. In den nächsten aufgefundenen Zuständen fand sich immer schon ein mehr oder weniger entwickelter Vegetationspunkt (Taf. XXXVII. Fig. 5), in dessen meristematischem Gewebe die äusserste Spitze des erwähnten Sackes offenbar dadurch unkenntlich geworden war, dass auch die umgebenden Gewebstheile Meristemcharakter angenommen hatten. Der übrige Theil der Aussackung der Meristemschicht hat dann die Form eines abgestutzten Kegelmantels, dessen oberer Rand im Meristem des neuen Vegetationspunktes endet (Taf. XXXVII. Fig. 5 a) und geht bald in eine ziemlich compacte Gefässmasse über. Der neue Blüthenspross besteht daher jetzt aus einem Vegetationspunkt und einigen, denselben umgebenden jungen Schuppenblättern. Nach unten, d. h. nach dem Wurzelcentrum zu, setzt sich das Meristem des ersteren in einen mit der Cortical-Platte zusammenhängenden Rindentheil (Taf. XXXVII. Fig. 5 b) und in einen in derselben Weise mit der Medullar-Platte verbundenen axilen Markcylinder (Taf. XXXVII. Fig. 5 d) fort; getrennt werden beide durch den Gefässring (Taf. XXXVII. Fig. 5 c), der seinerseits eine einfache sackartige Ausstülpung der uns aus dem Früheren bekannten Meristemzone bildet. Der ganze Vegetationspunkt, sammt seinen jungen Schuppenblättern, der zu dieser Zeit die äussere Wurzelrinde schon zu einer etwa linsengrossen Prominenz auftreibt, wird indessen noch immer von einer dünnen Schicht des Cortical-Plattengewebes continuirlich überzogen (Taf. XXXVII. Fig. 5 x). Indem er von nun an Blätter und zugehörige Fibrovasalstränge in normaler Weise zu bilden anfängt, und seine Internodien sich strecken, sprengt er diese sowohl als auch die dieselbe umgebende Nährwurzelrinde, und tritt zwischen den an seiner Basis als drei- oder mehrlappiger Calyculus erhalten bleibenden Fetzen der letzteren mittelst intensiven Längen-

wachsthums hervor. Ein aus einer alten Cytinus-Pflanze sich entwickelnder Blüthenstand hat hierbei noch bedeutendere Schwierigkeiten zu überwinden, indem er, als in einem der tiefer liegenden intramatricalen Hohlcylinder in oben beschriebener Weise gebildet, nicht nur den ihn bedeckenden Theil der eignen Cortical-Platte und die Rinde der Nährwurzel zu durchbrechen, sondern auch alle zwischen diesen beiden gelegenen Cistus-Holz- und Cytinus-Gewebsmassen zu bewältigen gezwungen ist. Dass er hierzu einer beträchtlichen Kraft benöthigt ist, versteht sich von selbst und ist es daher kein Wunder, dass man inmitten des intramatricalen Gewebes alter Cytinus-Pflanzen so ausnehmend oft verdorrte Blüthenstände eingeschlossen findet, die, vielleicht zum Durchbruch nicht kräftig genug, abgestorben waren und durch die weitere peripherische Neubildung von Cytinus-Polstern und Cistus-Holz tief ins Innere des befallenen Wurzelstückes versenkt wurden.

Nach vollendeter Fruchtreife gliedern sich die Blüthenstände des Cytinus dicht über dem erhalten bleibenden Calyculus ab, während ihre intramatricale Basis unverändert bleibt, um endlich zu verfaulen (ob auch Ueberwallungen derselben vorkommen, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben), und so den ersten Anstoss zur Zerstörung der Cistus-Wurzel sowohl, als auch des Parasiten abzugeben. Man findet beim Ausreissen der Cistus-Büsche häufig solche Leichen, bei denen dann das weiche Cytinus-Gewebe zuerst herausfault, so dass ein Gewirr von blossgelegter, nackter Holzfaser stehen bleibt, dessen Tod und Verrottung dem Leben der ganzen Wurzel in Bälde ein Ziel setzt. Wegen dieses beträchtlichen Verlustes an grossen Wurzeln pflegen stark und lange anhaltend vom Cytinus befallene Büsche des Cistus ladaniferus gemeiniglich sehr zu kränkeln oder endlich sogar abzusterben. Man findet solche mit krüppligen, gelbgrünen Blättern versehen, oder als gänzlich verdorrte Reiserbüsche oftmals in grosser Zahl zwischen den gesunden Pflanzen.

Mit dem Vorstehenden ist, wie ich glaube, die Anatomie und Wachsthumsgeschichte der erwachsenen Cytinus-Pflanze, soweit es dem Zwecke der vorliegenden Abhandlung entspricht, erschöpft worden. Ueber die Keimung des Cytinus-Samens und die darauf folgende Ausbildung des primären, intramatricalen Hohlcylinders kann ich leider bloss Vermuthungen, keine Thatsachen beibringen, hoffe dieselbe indessen, falls die unternommenen Cytinus-Culturen, zu denen mir Herr Prof. Planchon in Montpellier mit gewohnter Güte und Freundlichkeit das Material verschafft hat, positive Resultate ergeben soll-

ten, späterhin nachfolgen lassen zu können. Der Samen von Cytinus ist von äusserster Kleinheit und von sehr einfachem Bau. Er besitzt eine steinharte Testa, die, wie der Längsschnitt zeigt, nur eine Zellenlage dick ist, und deren einzelne Zellen bis zum Verschwinden des Lumens verdickt und mit weiten, zierlich verzweigten Porenkanälen versehen sind. Indem das Lumen sowohl, als auch die Porenkanäle gänzlich mit Luft erfüllt sind, erinnern sie in ihrem Aussehen sehr an Knochenzellen mit wenigen und schwach verzweigten Kanälchen. Die beschriebene, steinharte Testa umhüllt einen eiförmigen, grosszelligen und mit gewaltigen Oelmassen erfüllten Kern, dessen polygonale, weite Einzelzellen sehr zarte Membranen besitzen. Ebensowenig wie Rob. Brown, gelang es mir, irgend eine Sonderung innerhalb desselben zu entdecken, obgleich ich zahlreiche, reife Samen im Längs- und Querschnitt sowohl, als auch mittelst Zerdrücken untersuchte, und halte ich mich somit berechtigt, diesen gesammten Kern mit ihm für einen homogenen Embryo anzusehen. Ueber seine Keimung liegt nichts vor; aller Wahrscheinlichkeit nach bedarf er längerer Zeit, um sich zur blühbaren Pflanze zu entwickeln. Zum wenigsten hatten alle von mir in dieser Hinsicht untersuchten, wegen Fehlens der Calyculi nachweislich zum ersten Male blühenden Exemplare einen schon sehr mächtigen, intramatricalen Körper, wie er schwerlich im Laufe eines Jahres gebildet werden kann. Es wird der Keimling, wie ich vermuthe, die Rinde der Nährwurzel durchbrechen und seine Spitze, auf dem Holze angekommen, zu einer flachen Scheibe ausbreiten. Es wird dann der Stengelvegetationspunkt zu Grunde gehen, während die erwähnte flache Scheibe sich durch marginales Wachsthum zum Cylinder umbilden und in vorher beschriebener Weise bis zur Entwicklung der ersten Blüthenstände im Inneren der Nährwurzel weiter wuchern dürfte.

Keine andere parasitische Pflanze weist eine so beschränkte Literatur über ihren Verbindungspunkt mit der Nährpflanze auf, als gerade Cytinus. Der einzige Autor, der etwas über denselben sagt, ist Chatin[1]), doch ist dessen Beschreibung, wie wir sehen werden, nicht gerade sehr geeignet, um von der Entwicklungsweise dieses Parasiten einen Begriff zu geben. Er sagt nämlich: „Plus ou moins profondément engagés au travers des couches nourricières, les suçoirs

1) Chatin, Anatom. comp. Parasites p. 501. pl. XC—XCI.

du Cytinus, d'ailleurs simples et conoïdes présentent: a) un cône cellulaire perforant bien développé dont les utricules contiennent fréquemment de l'amidon; b) un cône vasculaire à vaisseaux courts et ponctués passant insensiblement par le haut du suçoir aux vaisseaux plus allongés rayés etc. de la base de la tige et des écailles. Ce cône vasculaire à peine dessiné dans les jeunes individus prend plus tard un notable développement." Es ist nun interessant durch Vergleichung mit den dazu gegebenen Abbildungen zu ermitteln, in welcher Weise diese Beschreibung entstanden ist. Es stellt die Zeichnung einen queren Durchschnitt der Wurzel von Cistus Clusii vor, der an seiner einen Seite durch den Anheftungspunkt eines Blüthensprosses vom Cytinus geht. In dem quergeschnittenen Cistus-Holz sind die Querschnitte mehrerer, übereinanderliegender Intramatricalpolster des Parasiten in Form einfacher Parenchymstreifen mit Weglassung der Meristemzone gezeichnet, und schliesse ich aus dem Umstand, dass in der Beschreibung derselben nirgends Erwähnung gethan wird, dass der Verfasser sie für Theile des Cistus-Holzes, also etwa für grössere Holzparenchymmassen genommen haben wird. Da nun aber auch der Blüthenspross, dessen unteren Theil die Schnittebene der Länge nach theilt, nicht genau in der Mitte getroffen ist, so ist sein Ursprung aus dem innersten der Intramatricalpolster weggeschnitten, und scheint es somit, als ende er plötzlich, mit stumpf kegelförmiger Spitze, in dem umgebenden Gewebe, ganz ohne organischen Zusammenhang mit demselben. Diese Spitze, die nach dem Gesagten nichts weniger als ein Organ, sondern vielmehr eine ganz beliebige, directionslose Durchschnittsebene eines solchen vorstellt, ist Chatin's suçoir, dem die oben angeführte Beschreibung gewidmet wird.

Was den Bau des Cytinus-Samens betrifft, so dürfte die älteste Angabe über denselben von Brogniart[1]) herrühren. Dieser bemerkt nämlich, dass er selbst keine Untersuchungen darüber aus Mangel an Material habe anstellen können, dass ihm aber von De Candolle und Delisle versichert worden sei, der Cytinus-Samen enthalte keine Spur eines Embryo. Späterhin äusserte sich R. Brown[2]) dahin, dass der gesammte Kern des Samens den Embryo vorstelle und dass also jeder Eiweisskörper fehle. Planchon[3])

1) Brogniart, Obs. sur les genres Cytinus et Nepenthes. Ann. sc. nat. tom. I.

2) R. Brown, On the female flower and fruit of Rafflesia Arnoldi etc. Linn. Transact. XIX. pg. 229, 230.

3) Planchon, Des vrais et des faux arilles. Monsp. 1844, pg. 19—22. Tab. I. Fig. 12—14.

hält den gesammten Inhalt des Samens für einen homogenen, embryolosen Kern, und erklärt ihn Link[1]) sogar für ein embryoloses Endosperm. Hiermit war allerdings die Zahl der aus den gegebenen Thatsachen ziehbaren Schlüsse erschöpft und kommt Treviranus[2]) auf die Rob. Brown'sche Ansicht als auf die, seiner Meinung nach, allein richtige zurück.

Loranthaceen.

Das Holz vieler von mir untersuchter tropischer Arten von Loranthus stimmt in den wesentlichen Theilen so ziemlich mit dem der strauch- und baumartigen Santalaceen überein. Von zahlreichen, aber meist ziemlich schmalen Markstrahlen durchsetzt, besteht es, wie dort, vornehmlich aus sehr dickwandigen Holzfaserzellen und einzelnen, oder zu kleinen Gruppen vereinigten, zwischen denselben zerstreuten Treppengefässen. Ausserdem enthält es noch in ziemlicher Menge stärkeführendes Holzparenchym. Eine wechselnde Anzahl gegen das Mark hin vorspringender Gruppen von Netz- oder Spiralgefässen bildet die Markscheide. Die Rinde enthält zahlreiche Bastfasergruppen und ab und zu aus schön geschichteten Steinzellen gebildete Concretionen, wie solche besonders im Mark in grosser Ausdehnung auftreten. Von den bisher abgehandelten Formen weicht unsere einheimische Art, Loranthus europaeus L., nicht wenig dadurch ab, dass die Jahresringe ihres Holzes scharf von einander geschieden und auf den ersten Blick kenntlich sind; die Gefässe liegen in demselben in grosse Gruppen vereinigt, ausschliesslich an deren äusserer Grenze. Weitaus anders verhält sich Viscum album, bei welchem die Holzfaserzellen, was ihre Menge angeht, gegen die gefässartigen Elemente völlig zurückstehen. Auffallend ist es dabei, dass hier die Markseite eines jeden primären Holzbündels nicht, wie bei Loranthus, mit einer Gruppe von Gefässen, sondern mit einer Holzfasermasse von rundlichem oder eiförmigem Querschnitt gegen das Centrum des Stengels hin vorspringt. Auch der Rinde von Viscum kommen mancherlei Eigenthümlichkeiten zu, die sie indess mit der einiger anderen anomalen Loranthaceen-Gattungen (Antidaphne, Misodendron) zu theilen scheint. Es gehört hierher vornehmlich der Mangel jeglicher Korkbildung und die dadurch

1) Link, Jahresbericht für 1844, vergl. bot. Zeit. 1857, pg. 700.

2) Treviranus, Ueber den Embryo von Orobanche. Lathraea und Cytinus. Bot. Zeit. 1857, pg. 700.

bedingte, lebenslange Dauer der Epidermis; bei Loranthus wird dieselbe im Gegentheil sehr bald durch Korkbildung entbehrlich, und war von ihr z. B. an den von mir untersuchten zwei- und dreijährigen Zweigen des Loranthus europaeus nichts mehr zu entdecken; eine dünne Lage Korks nahm ihre Stelle ein. Auf die Eigenthümlichkeiten, die das krautartige Arceuthobium (Viscum) Oxycedri Bbrst. bietet, werde ich später zurückkommen, für die von Misodendron und Antidaphne, deren Erörterung hier nicht am Platze sein würde, verweise ich auf Hooker's[1]) Beschreibung der ersteren genannter Genera in der Flora antarctica und auf die Anat. comp. von Chatin[2]).

Viscum album, nach Zuccarini[3]) eine Pflanze der Ebenen und niederen Gebirge, die in den Alpen nicht höher als bis zu 3000′ vorkommt, wächst in ganz Deutschland, wie bekannt, auf den verschiedenartigsten Bäumen, deren die verschiedenen Autoren weit über 50 angeben. Es zeigt dabei mancherlei Unterschiede je nach der Art seiner Nährpflanze. Nirgends erscheint es schmächtiger und schmalblättriger, als auf der Kiefer, nirgends üppiger und mit breiteren und grösseren Blättern versehen, als auf der Schwarzpappel; auch pflegt der Samen auf Nadelbäumen gewachsener Büsche nur einen, der Laubhölzern anhaftender in der Regel mehrere Keimlinge zu enthalten. Es ist ferner eine auffällige und keineswegs erklärte Erscheinung, dass die Mistel in verschiedenen Gegenden ganz verschiedene Baumarten als ihren Lieblingswohnsitz erwählt. So wächst sie im Rheinland vornehmlich auf Aepfelbäumen, in der Mark fast ausschliesslich auf Kiefern, in Preussen, nach Caspary[4]), auf Pappeln. In Thüringen und im Schwarzwald findet sie sich beinahe einzig und allein in den Wipfeln der Weisstannen, und ist sie bei Freiburg i/B. auf Aepfelbäumen geradezu eine Seltenheit. Robinien, Birken, Ahorn, Eichen und zahllose andere Bäume scheint sie allerwärts nur gelegenheitlich und in Ausnahmsfällen zu bewohnen.

---

1) J. D. Hooker, Botany of the antarctic voyage of her Majestys discovery ships Erebus and Terror (sub Misodendron).

2) Chatin, Anat. comp. Taf. 74—76 u. 78.

3) Zuccarini, Einiges über Geschichte und Vorkommen von Viscum und Loranthus. Flora Jahrg. 16 (1833). Bd. 1. Nr. 10. pg. 145.

4) Caspary, Ueber Nährpflanzen der Mistel. Schrift. der kgl. physikal. ökonom. Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. 7 (1866). Abth. I. p. 10 der Sitzungsber.

Untersucht man einen mistelbehafteten Baumzweig, indem man, von der Befestigungsstelle des Mistelstockes ausgehend, vorsichtig seine Rinde herunterschält, so stösst man bald in den tieferen Lagen der Secundärrinde auf mehr oder minder zahlreiche grüne Adern, die man in dem umgebenden, andersfarbigen Gewebe leicht auf weite Strecken präpariren und blosslegen kann. Es sind diese grünen Adern die sogenannten Rindenwurzeln der Mistelpflanze. Wie uns der Querschnitt des vom Parasiten befallenen Astes (Taf. XXXVIII. Fig. 5) lehrt, liegen dieselben auf der Grenze von Cambium und Weichbast des Nährzweigs und zeigen sich querdurchschnitten als stielrunde, oder von den Seiten zusammengedrückte, oder endlich etwas unregelmässige Massen grünen Gewebes. Um zunächst ihren Verlauf in der Bastschicht des Nährzweiges zu verfolgen, beginnen wir, wie gesagt, vom Ursprung des Viscum-Busches aus zu präpariren und sehen alsbald nach verschiedenen Richtungen hin mehrere, starke horizontale Wurzeläste verlaufen, von welchen sich diejenigen, deren Richtung mit der Längsachse des Nährzweiges übereinstimmt, in ganz gerader Richtung, höchstens hier und da mit geringen, dem Faserverlauf des umgebenden Gewebes folgenden Abweichungen, auf weite Strecken gegen die Spitze und gegen die Basis desselben hin verfolgen lassen. Diejenigen hingegen, welche ihren Ursprung und ersten Verlauf quer zur Längsachse des Nährzweiges nehmen, biegen entweder bald rechtwinklig ab, um sich im Weiteren den erstbetrachteten gleich zu verhalten, oder sie theilen sich unmittelbar vorher in zwei Schenkel, die dann alsbald in entgegengesetzter Richtung auseinanderwachsen. Es folgt aus dem Gesagten, dass in geringer Entfernung von der Ursprungsstelle des Mistelstammes alle seine zahlreichen Rindenwurzeln einander parallel verlaufen müssen. Haben sie einmal diese Richtung angenommen, in der sie mehrere Zolle weit fortwachsen können, so verzweigen sie sich nur sehr selten; man findet wohl bisweilen Gabelungen, deren Zweige jedoch niemals weit auseinandergebogen oder auch nur stark divergirend erscheinen. Vielmehr verlaufen dieselben dann weiterhin parallel und sind nur durch eine ganz dünne Gewebsschicht von einander getrennt. Stösst eine Rindenwurzel bei ihrem Wachsthum auf einen Aststumpf, so biegt sie seiner Umgehung halber seitlich aus, um nach Beseitigung des Hindernisses bald wieder in ihre alte Richtung zurückzukehren. Trifft sie auf einen lebenden Seitenzweig ihres Nährastes, so verhält sie sich verschieden, je nachdem dessen Längsachse von ihr weg, oder gegen sie hin geneigt ist, und zwar geht

sie dann im ersteren Fall in gerader Richtung und den stumpfen Abgangswinkel des Seitenzweiges passirend auf diesen über, um hier ganz unverändert gegen dessen Spitze hin weiter zu wachsen, während sie im zweiten Falle, seinen spitzen Abgangswinkel vermeidend, diesen in derselben Weise umgeht, wie vorher für die Zweigstumpfe beschrieben wurde. Es leuchtet ein, dass der erstere Fall fast ausschliesslich an denjenigen Rindenwurzeln vorkommt, die von der Stengelbasis des Parasiten aus gegen die Spitze des diesen tragenden Baumzweigs hinwachsen, der andere dagegen bei solchen, die gegen die Ursprungsstelle des Nährzweiges hin gerichtet sind. Die, wie aus dem Bisherigen erhellt, im Allgemeinen einfachen Regeln des Rindenwurzelverlaufes von Viscum album werden an alten Büschen häufig durch die Bildung zahlreicher Adventivknospen auf der Oberseite stärkerer Wurzeln complicirt, indem solche Adventivknospen neuen Mistelstämmchen, und, von deren Basis ausgehend, neuen Rindenwurzel-Systemen den Ursprung geben, und so das anfänglich klare und einfache Bild verwirren.

Ebensowenig als ihr Verlauf ist auch der anatomische Bau der Rindenwurzeln von Viscum album verwickelt zu nennen, indem dieselben aus einem centralen, von mehr oder weniger dicker Rindenparenchymschicht umgebenen Gefässbündel bestehen. Eine eigentliche Epidermis fehlt, es stehen indessen die peripherischen Parenchymzellen, ihnen sonst ähnlich, hinter allen übrigen an Grösse zurück, während sie zugleich mit ihrer Aussenseite dem umgebenden Gewebe so fest anhaften, dass dasselbe nicht ohne Verletzung der Rindenwurzel abgerissen werden kann. Die gesammte Rindenparenchymmasse besteht also aus im Allgemeinen gleichartigen, aber von innen nach aussen an Grösse abnehmenden, isodiametrischen, rundlichen oder undeutlich polygonalen Zellen. Ihre derben, mit zahlreichen unbehöften Tüpfeln versehenen Membranen bieten ein eigenthümlich gequollenes Ansehen, ähnlich dem, aber weiter stärker, wie wir es bei Cuscuta europaea fanden. Auch hier kommt, ebenso wie dort, dasselbe Ansehen den Zellmembranen aller parenchymatischen Gewebe der ganzen Pflanze zu. Es enthalten die Zellen dieses Gewebes einen protoplasmatischen Wandbeleg, der sich in Wasser oder Glycerin leicht von der Wandung zurückzieht, und innerhalb desselben Chlorophyll, wässerige Flüssigkeit, Amylum in wechselnder Menge, sowie Viscin-Tropfen von verschiedener Grösse. Das in der Längsachse des ganzen Organes gelegene Gefässbündel ist von sehr verschiedener, mit der Grösse der jeweiligen Rindenwurzel wechselnder



Stärke. Sein Bau ist äusserst einfach, indem es aus einem kleineren (Taf. XXXVIII. Fig. 3 a) oder grösseren Bündel von Gefässen besteht, welches von dünner Schicht langgestreckter, protoplasmareicher Elemente umhüllt wird. Die Zellen dieser Schicht zeichnen sich durch ihr verhältnissmässig weites Lumen und die rechteckige Form ihres Längschnitts aus: sie sind dabei meist von gleicher Länge und zeigen eine derartige Lagerung, dass sie in mehr oder weniger regelmässige, der Länge nach voreinander gereihte Platten geordnet erscheinen. Selbst in den dünnen Membranen dieses Gewebes finden wir den bekannten, eigenthümlich gequollenen Anschein, wenn auch in geringerem Maasse, als sonst, wieder.

Nachdem wir somit Verlauf und Bau der Rindenwurzeln kennen gelernt haben, erübrigt noch die Betrachtung ihrer fortwachsenden Spitzen und der Entwicklungsweise ihrer Gewebe innerhalb derselben. Schreitet man mit der Freilegung einer Rindenwurzel vorsichtig gegen die Spitze hin fort, so sieht man sie langsam aber stetig schmächtiger und dünner werden, wobei zugleich ihr schönes Grün allmählich in immer blassere und gelblichere Farbung übergeht. Zuletzt endigt sie mit einem sehr schlanken, [illegible]

schnitt durch die Wurzelspitze weist diese haarähnlichen Gebilde als die Endelemente kurzer, unregelmässiger Reihen aus, die, indem ihre Zellen nach hinten rasch an Grösse abnehmen, bald in dem gleich zu besprechenden homogenen Parenchym der Wurzelspitze verschwinden.

Es besteht dieses Wurzelspitzen-Parenchym, wie dünne Längsschnitte lehren, aus weiten, in geschlossenem Verbande befindlichen, abgerundet polygonalen, gleichartigen Zellen, deren dicker, protoplasmatischer Wandbeleg mehr oder weniger zahlreiche Stärkemehlkörner, und einen grossen, rundlichen, zwei oder drei Kernkörperchen enthaltenden Zellkern umschliesst. Bei Behandlung mit Chlorzinkjod ziehen sich die gesammten Zellinhalte zu formlosen rothbraunen Klumpen (Taf. XXXVIII. Fig. 1 b) zusammen, während dazwischen die gequollenen Membranen als zartblaue Streifen deutlich sichtbar werden.

Der genau mediane Längsschnitt durch eine Wurzelspitze zeigt nun weiter eine Sonderung zwischen der Hauptmasse dieses Gewebes, und dem zuvor betrachteten, undeutlich reihenweise angeordneten, unter successiver Verlängerung seiner Zellen pinselartig endigenden Gewebstheile, und zwar in Form einer beide trennenden, mehr oder weniger deutlichen, in ihrer Form an die Parabel erinnernden Bogenlinie, deren Convexität gegen die Wurzelspitze hin gerichtet ist, so dass sie eine stumpf kegelförmige Gewebsmasse umschliesst, deren Spitze von einer anderen, im Allgemeinen kegelmantelförmigen umhüllt wird (Taf. XXXVIII. Fig. 1 c). Hiernach wird es gerechtfertigt erscheinen, die erstere als den Vegetationspunkt, die andere als die Wurzelhaube, und somit das ganze Organ als eine echte Wurzel zu betrachten. Natürlicher Weise muss dabei, da, was Form, Grösse und Inhalt ihrer beiderseitigen Elemente anbetrifft, nur äusserst geringe Unterschiede vorkommen, die Grenzlinie in den meisten Fällen schwer zu finden sein, doch kommt hier der Umstand fördernd zu Hülfe, dass die Verbindung der einzelnen Zellen im Vegetationspunkt eine viel innigere ist, als in der Wurzelhaube, so dass sie, bei leichtem Druck auf das Deckglas zuvor in Chlorzinkjod gelegter Präparate, in diesem vollständig in ihrer gegenseitigen Lagerung verbleiben, während sie in der letzteren auseinandergedrückt und vielfach verschoben erscheinen (Taf. XXXVIII. Fig. 1 d). Natürlicherweise wird durch diese Operation die Grenze zwischen beiden ungleich deutlicher, als sie es zuvor war. Ueber die Theilungsvorgänge im Vegetationspunkte der Rindenwurzel weiss ich leider nichts zu sagen, da der

Vortheil, den die Grösse seiner einzelnen, von denen des entwickelten Parenchyms fast bloss durch ihren Protoplasmareichthum verschiedenen Meristemzellen zu bieten scheint, durch die hiermit zusammenhängende, langsame Aufeinanderfolge der einzelnen Theilungen, die Trübheit sämmtlicher Zellinhalte und die ausserordentliche Schwierigkeit geeigneter Präparation vollständig ausgeglichen werden dürfte. Die ganze Wurzel besteht auf eine weite Strecke ausschliesslich aus parenchymatischem Gewebe, erst eine oder mehrere Linien von ihrer Spitze entfernt geschieht die Anlegung des Gefässbündels durch Auftreten zahlreicher Längstheilungen und nachfolgender starker Streckung im axilen Theil ihres Gewebes. Mit der Bildung von Gefässen in dem so entstandenen cambialen Gewebsstrang haben endlich die Gewebe der Rindenwurzel ihre Vollendung erreicht.

An ihrer unteren Fläche tragen die Rindenwurzeln andere Organe, die man seit Unger[1]) mit dem Namen der Senker bezeichnet (Taf. XXXVIII. Fig. 2, Fig. 3 u. 6 a). Es sind dieselben in eine ununterbrochene Reihe geordnet und stellen keilförmige, nach dem Centrum des Nährzweiges hin verschmälerte Körper von rundlichem oder eiförmigem bis elänglichem Querschnitt (Taf. XXXVIII. Fig. 4) vor, deren Spitze in das Holz des Nährzweiges eingesenkt ist, während ihre, an der Unterseite der Rindenwurzel befestigte Basis in dessen Cambialzone zu liegen kommt (vgl. Taf. XXXVIII. Fig. 2 u. 3). In Bezug auf ihre Länge und Dicke sind sie je nach ihrem Alter sehr verschieden; alte Senker sind von bedeutender Breite und durchsetzen viele Jahrringe (Taf. XXXVIII Fig. 6 a), junge bei grösserer Schmalheit wenige, und findet man zwischen diesen und den jüngsten, kleinsten und innerhalb eines einzigen Jahrringes gelegenen alle erdenklichen Zwischenstufen. Die stärksten Viscum-Senker, die ich sah, waren mehr als zolllang, von der Dicke mässiger Bleistifte und durchsetzten zahlreiche Jahresringe eines alten Weisstannenstammes. Behufs der Betrachtung des anatomischen Baues der Viscum-Senker wird es sich empfehlen, einen solchen, der innerhalb zweier bis dreier Jahresringe des Nährzweiges liegt, genauer su untersuchen und die Abweichungen, die uns andere, jüngere oder ältere bieten, mit Hinweis auf denselben nachzutragen. In Fig. 3 der Taf. XXXVIII ist ein solcher zwei Jahresringe eines Lindenzweiges durchsetzender Senker im Längsschnitt und in Fig. 4 ein ähnlicher im Querschnitt abgebildet. Seiner bei weitem grösseren, innerhalb des Nährholzes

1) Unger, Annal. des Wien. Mus. der Naturgesch. II. 1840.

gelegenen Masse nach besteht derselbe aus gross- und weitzelligem Parenchym, dessen polygonale (Taf. XXXVIII. Fig. 4) und in zum Nährzweige radialer Richtung langgestreckte Zellen nicht ganz undeutlich in Längsreihen (Taf. XXXVIII. Fig. 3 d) gestellt sind und sich sogar manchmal mit der Nadel auf kurze Strecken in dieser Anordnung auseinanderzerren lassen. Ihre Membranen bieten das bekannte gequollene Ansehen, deren Tüpfel sind weit, aber wenig zahlreich. Innerhalb eines dünnen, protoplasmatischen Wandbelegs enthalten sie wässerige Flüssigkeit, ziemlich zahlreiche Stärkemehlkörner, wenig Chlorophyll und mächtige, denen der Rindenwurzelspitze ähnliche Zellkerne, die von der sie eng umlagernden Stärke öfters förmlich verdeckt werden und dann wie traubig gehäufte Amylummassen aussehen. Soweit unser Senker innerhalb des äussersten Jahresringes des Nährzweiges liegt, enthält er zahlreiche, weite und kurze Gefässzellen, die in verschiedenartigster Weise zu regellos verketteten Reihen zusammengefügt sind und mittelst runder Löcher communiciren. Die einzelnen Gefässzellen zeichnen sich durch sehr zierliche, gitterförmige Verdickungen aus, zwischen denen in ganz regelmässiger Anordnung kurze und breite, spaltenförmige Membranstellen unverdickt bleiben. Die Endelemente dieser unregelmässigen, im Allgemeinen aber bogig aus dem Centrum nach der Peripherie des Senkers verlaufenden Gefässreihen (Taf. XXXVIII. Fig. 3 b und Fig. 4 a) setzen sich mit den Gefässen des Nährholzes in directe Verbindung oder legen sich, im Fall derselbe im Coniferen-Holz liegt, an dessen Elemente an und kommen diesem Ansatz die Elemente des Nährholzes öfters durch eine unregelmässige, schräge, gegen den Senker geneigte Lagerung zu Hülfe.

Innerhalb der Cambialzone des Nährzweiges, oder nur wenig unterhalb derselben finden wir auch im Senker ein, diesen in seiner ganzen Breite quer durchsetzendes, seiner Zellvermehrung dienendes Gewebe, welches im Folgenden als seine Meristemzone bezeichnet werden soll. Diese Meristemzone (Taf. XXXVIII. Fig. 3 c u. 2 c) besteht aus regelmässigen Reihen in zum Nährholz radialer Richtung abgeplatteter, tafelförmiger Zellen, die innerhalb eines dichten, trüben Protoplasma wiederum grosse, rundliche Zellkerne enthalten. Nach der Senkerspitze zu gehen die Zellreihen der Meristemzone, wo sie nicht an Gefässzellen grenzen, unmerklich in die Parenchymmasse des ganzes Organes über; ganz ähnlich verhalten sie sich auch auf ihrer entgegengesetzten, in der Rinde des Nährzweiges gelegenen Seite. Die Meristemzone pflegt übrigens unregelmässig entwickelt zu sein;



so ist sie häufig nur einseitig ausgebildet (Taf. XXXVIII. Fig. 3 c), oder sie fehlt dem centralen Theil des Senkers ganz und ist nur in seiner Peripherie deutlich vorhanden. Das in Beziehung auf den Nährzweig radiale Längenwachsthum des Senkers von Viscum album findet, wenn auch wohl einzelne intercalare Theilungen innerhalb seines älteren parenchymatischen Gewebes vorkommen mögen, doch fast ausschliesslich innerhalb seiner Meristemzone und durch deren Thätigkeit statt. Die Zahl der jährlich eintretenden Zelltheilungen innerhalb einer Längsreihe des Senkermeristems ist indessen, verglichen mit der in einer jeden der Reihen des umgebenden Cambium des Nährzweiges vorkommenden, eine äusserst geringe, und fällt somit ein grosser Theil des mit dem Dickenwachsthum dieses gleichen Schritt haltenden Längenwachsthums im Senker der Streckung seiner einzelnen, im Meristem gebildeten Zellen zu. Wenn man dies berücksichtigt, werden auch die vorher erwähnten Unregelmässigkeiten der Meristemschicht leicht ihre Erklärung finden. Nehmen wir z. B. an, dass in einzelnen Zellreihen oder in grösseren Theilen der Meristemzone die Theilungen zu einer Zeit aufhören, in der sie in anderen noch fortdauern, so müssen deren Zellen dem Wachsthum der letzteren durch stärkere Streckung folgen, so dass bald von den tafelförmigen Zellen der Meristemzone nichts oder doch bloss wenig (Taf. XXXVIII. Fig. 3 f) mehr zu erkennen sein wird, während dieselbe in den anderen, danebenliegenden Zellreihen, in denen die Theilungen länger andauerten, auch nach Aufhören dieser durch die Form ihrer Zellen kenntlich bleibt. Der oben angedeutete Fall, in dem nämlich die Form und Anordnung der Zellen in der Meristemzone nur in der Peripherie erhalten bleibt, scheint vielfach im Herbst einzutreten und wurde derselbe überaus häufig im Winter an im Weisstannenholze gelegenen Senkern beobachtet. Vermuthlich überdauert hier beim Anfang des winterlichen Stillstandes die Thätigkeit des Meristems in den peripherischen Zellreihen die der centralen, welche letztere sich dagegen ihrerseits durch eine Länge der sie bildenden Zellen auszeichnen, wie sie in diesen nicht vorzukommen pflegt.

Die Betrachtung der Weiterentwicklung eines ausgebildeten Senkers innerhalb der Meristemzone führt uns in naturgemässer Weise zur Frage nach seiner ersten Entstehung. Hierüber bin ich leider nicht im Stande, bestimmte Angaben zu machen, weil dieselben Präparationsschwierigkeiten, die einer eingehenden Untersuchung der Zelltheilungsvorgänge in der Spitze der Rindenwurzel im Wege stehen, hier ebenso und sogar in noch höherem Grade hindernd in den Weg

treten. So viel steht fest, dass ihre Entwicklung an der unteren Seite der Rindenwurzel gar nicht sehr fern von deren Spitze anhebt, und zwar scheint sie mit einer einfachen Auftreibung dieser Unterseite zu beginnen, die, nachdem sie das Cambium des Nährzweiges durchdrungen und ihre Spitze dessen Holzkörper erreicht hat, weiterhin von den neugebildeten Holzmassen umlagert werden dürfte. Ein Eindringen des Senkers in schon gebildete Holzmassen glaube ich ebensowenig wie Pitra[1]) annehmen zu dürfen, da man in diesem Falle Spuren einer gewaltsamen Sprengung desselben, und wenn es nur Ablagerung gelber Korkmasse wäre, nicht vermissen würde. Von beiden findet aber das gerade Gegentheil statt; die Gewebe des Senkers und des Nährholzes schliessen eng und lückenlos, zumal völlig der Zwischenlagerung gelber Korkmasse ermangelnd, unter geringer, der Breite des Senkers entsprechender, seitlicher Ausbiegung der Markstrahlen (Taf. XXXVIII. Fig. 2 a) und radialen Holzzellreihen aneinander. Indem sich die, die ganze Breite des jungen Senkers durchsetzende, Schicht von dem Uebrigen als Meristemzone differenzirt, folgt dieser von nun an in der geschilderten Weise dem Dickenwachsthum des umgebenden Nährzweiges. Im einjährigen Senker (Taf. XXXVIII. Fig. 2) fand ich niemals Gefässe, seine Meristemzone ist immer mächtig und unterbrechungslos entwickelt, seine (Taf. XXXVIII. Fig. 2 a) noch nicht übermässig gedehnten Parenchymzellen pflegen oftmals mit Stärkemehl und Viscin bis zur Undurchsichtigkeit erfüllt zu sein. Im zweiten Jahre (Taf. XXXVIII. Fig. 3) beginnt, wie wir oben sahen, die Gefässbildung und bleibt sein Wachsthum von hier ab längere Zeit hindurch sich völlig gleich; zu den durch das Meristem gebildeten Gefässen gesellen sich noch zahlreiche andere, die durch nachträgliche Theilungen im Dauergewebe des Senkers entstanden, so dass man in alten Senkern manchmal die Gefässe das Parenchym an Masse überwiegend findet. Auch sein peripherischer, ausserhalb des Senkermeristems in der Rinde gelegener Theil erfüllt sich allmählich mit Gefässelementen, die sich mit dem Gefässbündel der Rindenwurzel in Verbindung setzen. Dem weiteren Wachsthum des Viscum-Senkers wird endlich dadurch ein Ziel gesetzt, dass die dasselbe vermittelnde Meristemschicht definitiv in Dauergewebe übergeht, während zugleich durch Neubildung zahlreicher Gefässzellen innerhalb derselben eine continuirliche Verschmelzung der Gefässmassen seines axilen und seines peripherischen Theiles

1) Pitra, in bot. Zeit. 1861, Nr. 9, 10 u. 11.

erfolgt. In derartigen Senkern, die ihr Meristemwachsthum eingebüsst haben, findet man dann eine centrale, mehr oder weniger compacte Gefässmasse, von welcher aus die früher besprochenen, bogig gegen die Senkerperipherie hinlaufenden Stränge überall seitwärts und nach unten abgehen. Es beginnt, wie aus dem Gesagten erhellt, eine derartige Umbildung immer in den ältesten, der Urprungsstelle des Viscum-Stammes zunächst gelegenen Senkern, um sich von hier aus in centrifugaler Ausbreitung, mit dem Wachsthum der Rindenwurzeln und der damit zusammenhängenden Neubildung von Senkern gleichen Schritt haltend, gegen die Peripherie hin fortzusetzen. Da nun diese ältesten Senker immer sehr breit sind und dicht beisammen zu stehen pflegen (Taf. XXXVIII. Fig. 6 a), so ist klar, dass das Aufhören ihres Meristemwachsthums bald der normalen Weiterentwicklung des Nährzweiges eine Grenze setzen muss, indem an der betreffenden Stelle desselben zunächst die Neubildung von Holzsubstanz aufhört, oder doch auf ein Minimum reducirt wird, worauf dann auch deren gesammte Rinde mitsammt dem inliegenden Theile des Parasiten abstirbt und vertrocknet. Durch die Entstehung derartiger, entrindeter, abgestorbener Stellen, sogenannter Krebse, im Verlauf des Nährwurzelzweiges kommen dann natürlich die einzelnen Rindenwurzeln des Parasiten ausser Zusammenhang und treiben, während die Gewebe des Nährzweiges die Ueberwallung der Krebsstelle beginnen, Adventivsprossen in grösserer Anzahl, die ihrerseits wieder zu grossen Mistelsträuchern auswachsen, zur Entwicklung neuer Wurzelsysteme Veranlassung geben und dadurch bald wieder neue Krebsstellen bilden können. In anderen Fällen, in denen es nicht zum Absterben ganzer Rindenpartieen des Nährzweiges kommt, scheinen die älteren Theile des Parasiten allein zu Grunde zu gehen und ganz einfach durch neugebildetes Holz umlagert zu werden, doch kann ich über derartige Fälle und ihre Entwicklungsvorgänge, da es mir an Material derselben in geeigneten Altersstufen mangelte, nichts Bestimmtes sagen und muss dieser sowohl, als auch noch mancher andere räthselhafte Punkt in der Biologie des Mistelbusches durch weitere Untersuchungen ermittelt werden. Ebenso konnte ich leider über die Entwicklung des jungen Mistelpflänzchens aus dem Samen aus Materialmangel nur spärliche Beobachtungen machen, die vornehmlich den Samen, sowie dessen Keimung den Keimling im zweiten Jahre seiner Entwicklung betreffen. reinstimmung des von mir Gesehenen mit der von Pi- Darstellung der betreffenden Vorgänge nehme

ich indessen nicht den mindesten Anstand, diese letztere hier der Vollständigkeit halber unter Einfügung meiner eigenen Beobachtungen, wie folgt, in Kürze zu resumiren.

Der vom Endosperm umschlossene Embryo von Viscum (Taf. XXXVIII. Fig. 7) stellt ähnlich dem von Loranthus (Taf. XXXVIII. Fig. 8) einen annähernd cylindrischen, einerseits etwas keulig angeschwollenen Körper von nicht unbedeutender Grösse dar. Ein Dritttheil seiner Gesammtlänge und zwar das dickere kommt auf seine fleischigen, fest aneinandergedrückten Cotyledonen (Taf. XXXVIII. Fig. 7 a), zwischen denen man einen nackten oder doch nur Spuren vom ersten Blattpaar aufweisenden Vegetationspunkt (Taf. XXXVIII. Fig. 7 v) bemerkt; das zweite Dritttheil stellt sein hypocotyles Achsenglied (Taf. XXXVIII. Fig. 7 b), das dritte endlich seine stumpf gerundete Radicula (Taf. XXXVIII. Fig. 7 c) vor, die im reifen Samen frei aus dem Endosperm hervorragt. Im Gegensatz hierzu hat der Loranthus-Embryo (Taf. XXXVIII. Fig. 8) seine dickste Stelle am Radicularende; hypocotyles Glied und Radicula bilden hier zusammen etwa ein Dritttheil der Gesammtlänge des Embryo, zwei Dritttheile derselben kommen auf die lederartigen, hier und da wellig gebogenen Cotyledonen, zwischen deren Basaltheilen man schon im reifen Samen eine ansehnliche, in manchen Fällen bis zu zwei (Taf. XXXVIII. Fig. 9) oder drei Blattpaare aufweisende Plumula entdeckt. Leider liegt mir von Loranthus europaeus ausser einigen Zweigen und reifen Samen [1]) kein weiteres Material vor.

Kehren wir zum Embryo der Mistel zurück, so sehen wir seine Radicula bei der Keimung unter mächtiger Verlängerung des hypocotylen Achsengliedes weit aus dem Samen heraustreten und sich alsbald durch Eintreten energischer negativ heliotropischer Krümmung dieses letzteren fest an die Nährpflanze anlegen. Nach so, wie Pitra glaubt mittelst einer klebrigen Aussonderung, bewerkstelligter Befestigung derselben an die Rinde des Nährastes verbreitert sie sich unter Dehnung ihres peripherischen Gewebes zu einem mehr oder weniger scheibenartigen Knöpfchen (Taf. XXXVIII. Fig. 10 a). Der Längsschnitt desselben zeigt jetzt eine centrale, protoplasmareiche Meristemmasse, die durch Streifen zerdrückter Zellen von einer äusseren, parenchymatischen Rindenschicht getrennt wird; seine gesammte Ansatzfläche besteht aus stark verlängerten Epidermis-

1) Ich verdanke die Mittheilung reifer Beeren und der dieselben tragenden Zweigstücke Herrn Prof. Fenzl in Wien, der die Freundlichkeit hatte, mir solche in frischem Zustande zukommen zu lassen.

zellen. Jetzt wird in der Achse des Knöpfchens aus einem Theile des Centralmeristems ein conisches, meristematisches Würzelchen gebildet, welches, die Epidermis der Ansatzfläche durchbrechend, in die Rinde des Nährzweiges eindringt. — Ueber den Verbleib der nicht zur Bildung dieses Würzelchens verbrauchten Theile des Centralmeristems wird nichts gesagt; nach meiner Auffassung dürfte sich die Sache etwa so verhalten, dass das Centralmeristem seinen peripherischen Theil in Dauerparenchym verwandelt, während der axile als das erwähnte „conische Würzelchen“ im ursprünglichen Zustande verharrt. Im ersten Jahre dringt das meristematische Würzelchen, etwaigen Bastbündeln ausweichend, geradeaus oder unter Zweitheilung bis zum Holzkörper in den Nährzweig hinein, um dort sein Längenwachsthum zu beendigen. Im nächsten Frühjahr wird seine Spitze vom neuen Holz des Nährzweiges umlagert und bildet sich zum ersten Senker um, während zugleich die Rindenwurzeln etwas weiter hinten als Seitenzweige aus ihm hervorsprossen. Zugleich richtet sich die bis dahin von der Samenhaut umhüllte Stengelspitze auf und entfaltet die Terminalknospe unter Verlust der Cotyledonen das erste Blätterpaar. Wurde aber diese zerstört, so wächst der intramatricale Theil des Pflänzchens nichtsdestoweniger ohne Unterbrechung weiter, obgleich die Bildung von Stamm und Blättern unterbleibt. Erst später entwickeln sich in diesem Falle am Rande der persistirenden scheibenförmigen Basis des zerstörten Stengelchens Adventivknospen, die zu normalen Mistelbüschen heranwachsen. — Soweit Pitra; für das weitere Wachsthum des jungen Pflänzchens kann, da es keinerlei Eigenthümlichkeiten zeigt, auf die Eingangs gegebene Darstellung des Rindenwurzel- und Senkerwachsthums verwiesen werden.

Wesentlich anders als bei Viscum album gestalten sich die Verhältnisse für Viscum Oxycedri, einer Art, von der ich trockenes Material den Herrn Boissier in Genf und Buchinger in Strassburg und reichliche lebende Exemplare Herrn Prof. Planchon in Montpellier verdanke [1]). Es bildet diese Form, auf welche man bekanntlich ihres Antherenbaues halber das Genus Arceuthobium gegründet hat, durch ihre winzigen, schuppenförmigen Blättchen den Uebergang zu den gänzlich blattlosen Arten (V. dichotomum und V. atte-

1) Die durch Herrn Prof. Planchon's Güte erhaltenen Exemplare stammen von dem einzigen, bis jetzt bekannt gewordenen französischen Standort der Pflanze bei Sisteron, wo sie Requien entdeckte. Vergl. hierzu Requien, Annal. sc. nat. 1848, pg. 381, und Godron et Grenier, Flore de France II. pg. 4.

nuatum etc.). Ihre schwächlichen, kleinen, dünnen, krautartigen, etwa ein bis zwei Zoll langen Stämmchen stehen in dichtgedrängten Rasen, mit zahlreichen abgestorbenen und deren Resten untermischt, auf mehr oder weniger angeschwollenen Zweigstücken von Juniperus Oxycedrus, dieselben rings herum und oftmals auf längere Strecken mit ihren grünlichen Sprossen völlig bedeckend. Nach den beiden Enden des angeschwollenen Zweigstücks hin werden sie successive immer kleiner; an seinem äussersten Rande findet man sie als winzige, grüne, eben die Juniperus-Rinde durchbrechende oder theilweise und selbst gänzlich von derselben bedeckte Wärzchen. Im Gegensatz zu den holzigen, langdauernden Zweigen von Viscum album sind hier die einzelnen Stämmchen, wie gesagt, krautartig und scheinen beschränkte Lebensdauer und kurzes Wachsthum zu besitzen; ein jährliches Dickenwachsthum konnte auch bei den stärksten derselben nirgends nachgewiesen werden. Ihr anatomischer Bau ist wesentlich einfacher, als der von Viscum album. Auf dem Querschnitt eines jeden Internodium findet man, umgeben von einer, der anderer Arten ähnlichen, Epidermis und mässiger Rindenparenchymschicht, vier opponirte, das mit dem Rindenparenchym durch breite Communicationen in Verbindung stehende und zeitlebens erhalten bleibende Mark umgebende Gefässbündelstränge, von deren einander kreuzenden Paaren das eine rundliche Querschnitte sehr geringer Grösse aufweist, während die des anderen mächtige, fast halbkreisförmige Massen vorstellen. Der Längsverlauf dieser vier Bündel (Taf. XXXIX. Fig. 4 u. 5) ist ein sehr einfacher, im Gegensatz zu den Angaben Schacht's, welcher, indem er die seitlichen Gefässbündel des Blattes übersah, in seinem Lehrbuch der Anatomie und Physiologie pg. 74 sagt: „Die beiden grossen Gefässbündel vereinigen sich am Ende jedes Stengelcylinders, indem sie zwei kleinere Bündel abgeben, welche in die beiden Blätter verlaufen; da sich nun die Blätter jedes folgenden Stengelgliedes mit den vorhergehenden kreuzen, so wechselt auch die Stellung der Gefässbündel mit jedem Stengelglied." Jedes einzelne der decussirten Schuppenblätter besitzt nämlich drei Blattspurstränge, deren seitliche durch äusserst schwache Bündel gebildet werden. Sie laufen sämmtlich nur durch ein Internodium nach unten, die seitlichen verbinden sich im Knoten mit den gegenüberliegenden und stellen, mit einander vereinigt herabziehend, die mächtigen, die medianen aber, senkrecht und frei nach unten verlaufend, die schwachen Stränge des Internodiumquerschnittes vor. Alle Gefässbündel des Stammes von Viscum Oxycedri

bestehen lediglich aus Gefässelementen und dazwischen gelegenen dünnwandigen, langstreckigen Zellen, unter völligem Ausschluss aller Holzfaserelemente. Die Rindenseite der Bündel wird von einer dünnen Weichbastschicht umhüllt, an die sich bei den kleinen Strängen constant je drei oder vier, den grösseren Strängen durchaus fehlende, dicke Bastfasern von rundlichem Querschnitt anschliessen. Sehr eigenthümlich und von denen verwandter Formen weit abweichend sind die Gefässe dieser Pflanze, indem nämlich bei ihr die Membranen sogar dieser Elemente das gequollene und von Viscum album her zur Genüge bekannte Wesen in hohem Grade besitzen. Es wird diese Eigenthümlichkeit besonders deswegen ausnehmend auffällig, weil die unregelmässigen, netzförmigen, dicken und kräftigen Verdickungsleisten ihrer gänzlich ermangeln, so dass sie ausser Zusammenhang mit den äusseren Membrantheilen zu sein scheinen. Alle übrigen Gewebe eines solchen Stengelchens, Epidermis und Rindenparenchym stimmen im Wesentlichen mit denen verwandter Formen überein; das, wie gesagt, persistirende Mark unterscheidet sich von dem letztgenannten derselben kaum durch etwas anderes, als die schmälere, langstreckigere Form der es bildenden Zellen.

An den intramatricalen Theilen von Viscum Oxycedri unterscheidet man ebenso, wie an denen von V. album Rindenwurzeln und Senker. Was zunächst die ersteren angeht, so ist die Verfolgung ihres Verlaufes ausnehmend schwierig, weil sie sämmtlich so dünn und zart sind, dass an eine Scalpellpräparation derselben gar nicht gedacht werden kann und man sich in Folge davon einzig und allein auf Vergleichung der aufs Gerathewohl durch die durchwucherte Nährrinde geführten Quer-, Tangential- und Radialschnitte angewiesen sieht. Man erkennt leicht bei solcher Vergleichung, dass sie ein höchst complicirtes, ohne bestimmte Richtung vielfach verzweigtes und in des Nährzweigs gesammter secundärer Rinde weithin verbreitetes Geflecht bilden, in welchem, wie sich aus dem Gesagten von selbst ergiebt, von der bei V. album gefundenen Gesetzmässigkeit des Verlaufes keine Rede sein kann. Ueber seinen organischen Zusammenhang lässt sich wenig sagen, soviel steht indessen fest, dass an der Basis eines jeden Stämmchens mehrere stärkere Wurzeläste entspringen, die sich alsbald unter zahlreichen Krümmungen und Verzweigungen durch die Nährrinde verbreiten, und sich endlich myceliumartig in ein unentwirrbares Geflecht feiner und feinster Zellstränge auflösen. Hiermit hängt es natürlicher Weise zusammen,

dass die bei Viscum album betrachteten, compacten Wurzelspitzen den Wurzeln dieser Species gänzlich fehlen; das Längen- und Dickenwachsthum derselben geht in den beregten myceliumartigen Zweigbüscheln in unten zu besprechender Weise vor sich.

In anatomischer Hinsicht bieten zunächst die grösseren Wurzelzweige ein dem uns von V. album her bekannten einigermaassen vergleichbares Bild; wir erkennen in ihnen annähernd cylindrische, epidermislose, mit axilem Gefässstrange versehene Gewebsmassen (Taf. XXXIX. Fig. 1), die sich, mit dem umgebenden Bastparenchym der Nährrinde fest verbunden, schlängelig zwischen dessen Zellen hindurchdrängen. Der axile Gefässstrang pflegt dabei ihren vorderen, jüngeren Theilen ganz zu fehlen. Sehen wir vom Gefässstrange ab, so lassen sich keinerlei weitere Gewebsdifferenzen in ihnen entdecken und finden wir sie aus lauter gleichartigen, mehr oder weniger langen, cylindrischen, ziemlich schmalen, dünnwandigen, protoplasmareichen und wenig Chlorophyll enthaltenden Zellen (Taf. XXXIX. Fig. 1 a) zusammengesetzt, die in Bezug auf ihre Anordnung grosse Eigenthümlichkeiten zeigen. Es sind nämlich die seitlich aneinanderstossenden derselben constant von gleicher Länge und geben sie, da ihre Endflächen regelmässig in einer Querebene zu liegen pflegen, dem Ganzen ein, aus der Länge nach aneinander gereihten Platten erbautes, stockwerkartiges Aussehen, wobei aus dem Gesagten erhellt, dass jedes Stockwerk eine Gewebsplatte von der Form des Querschnitts der gesammten Wurzel darstellt, deren beide Endflächen durch die in einer Ebene gelegenen kleinen Seiten der cylindrischen Einzelzellen gebildet werden (Taf. XXXIX. Fig. 1 a). Es dürfte daher die Annahme kaum allzu gewagt erscheinen, dass eine jede derartige Platte ihre Entstehung wiederholten Längstheilungen einer oder weniger, in gleicher Höhe stehender Mutterzellen verdanke. Was endlich den centralen Gefässstrang betrifft, so sind dessen Elemente, einzig und allein Gefässe, von den im Stengel vorkommenden in keiner Weise verschieden.

Die von den bisher besprochenen auszweigenden, feineren Rindenwurzeläste enthalten keine Gefässe, sind im Uebrigen aber denselben ähnlich gebaut (Taf. XXXIX. Fig. 1 b, Fig. 6—10), und ist die Zahl der sie bildenden Zellen innerhalb eines Stockwerkes zwar je nach ihrer Stärke wechselnd, doch immer eine geringere, als dort. Die einfachsten, derartigen Zweige sind Zellfäden und erscheinen sie dann auf dem Querschnitt als vereinzelte, im Gewebe der Nährrinde gelegene rundliche Zellen (Taf. XXXIX. Fig. 1 c), die sich durch sehr



dicke, gallertartig gequollene Membranen auszeichnen. In anderen Fällen findet man sie bandartig verbreitert, wo sie dann aus zwei, drei (Taf. XXXIX. Fig. 1 d) oder vier seitlich in einer Linie aneinandergereihten Zellfäden zusammengesetzt sind. Aus jeder einzelnen Zelle eines der ersterwähnten Zellfäden kann sich mittelst fortgesetzter ausschliesslicher Längstheilungen in weiter oben angedeuteter Weise eine vielzellige, ihrerseits ein Stockwerk des ganzen Zweiges vorstellende Platte (Taf. XXXIX. Fig. 6—10) entwickeln; die ersten drei oder vier Längstheilungen pflegen dabei radial zu sein (Taf. XXXIX. Fig. 8 u. 9), ihre Aufeinanderfolge ist oftmals aus der Anordnung und verschiedenen Dicke der Scheidewände leicht zu erschliessen, bald aber wird ihre Regelmässigkeit durch eintretende Tangentialtheilungen verwischt (Taf. XXXIX. Fig. 9 u. 10). Abweichungen von dieser Regel kommen übrigens durchaus nicht selten vor. Es leuchtet hiernach ein, dass das Wachsthum der zarten Rindenwurzelzweige, wenn es längere Zeit hindurch in derselben Weise fortschreitet, nothwendig zur Bildung der zuerst besprochenen dickeren Aeste führen muss, wobei sich dann, nachdem die Zellenzahl der Stockwerke bedeutend vermehrt wurde, deren centrale Elemente, mit einander an den Endpunkten in offene Verbindung tretend, in Gefässe umwandeln. Mit diesen Andeutungen über die Entwicklungsweise der Rindenwurzeln stimmt auch die Wahrnehmung überein, dass man am Rande des befallenen Aststückes bloss feine und feinste, fortwachsende und die befallene Stelle vergrössernde Zweige findet, während das Auftreten derberer Wurzelästchen immer erst weiterhin in der Nähe der äussersten hervorbrechenden Stämmchen beginnt.

Ebenso wie die Rindenwurzeln treffen wir die Senker von V. Oxycedri unter zweierlei Form. Wir können diese beiderlei Formen als breite und schmale Senker bezeichnen, und will ich gleich hier vorausschicken, dass dieselben in einer ähnlichen Beziehung zu einander zu stehen scheinen, wie die dicken Rindenwurzeln zu ihren vorher besprochenen feinen Verzweigungen. Die schmalen Senker (Taf. XXXIX. Fig. 2) sind Zweige der zarten Rindenwurzelverästelungen, deren Spitze in das Holz des Nährzweiges zu liegen kommt, wo sie, je nach dem Alter des betreffenden Senkers, bald endigt oder mehrere Jahrringe durchsetzt, während ihr hinterer, in der Rinde gelegener Theil in seiner Länge wechselnd sich ganz nach dem jeweiligen oberflächlicheren oder tieferen Verlauf des Rindenwurzelzweiges richtet, von dem er seinen Ursprung nimmt. Man findet solche schmale Senker in ungeheurer Anzahl in allen Theilen

eines jeden vom Parasiten befallenen Zweigstückes des Juniperus Oxycedrus; ihre Stellung ist keinerlei Regel unterworfen, theils sind sie rings von Holzgewebe umgeben, theils nehmen sie die Stelle der Markstrahlen ein. Auch ihre Gestalt wechselt vielfach; ihr rundlicher, oder unregelmässig geformter Querschnitt pflegt nur wenige Zellen aufzuweisen. Ihr anatomischer Bau ist einfach; sie bestehen aus durchaus gleichartigen, radial verlängerten, denen der Rindenwurzeln ähnelnden, aber keineswegs einander gleichlangen und etagenartig angeordneten Zellen (Taf. XXXIX. Fig. 2 a), denen hier und da, soweit der Senker im Holz des Nährzweiges liegt, einzelne an dessen Zellen angeschmiegte Gefässelemente (Taf. XXXIX. Fig. 2 b) von verkürzter und unregelmässiger Form beigesellt sind. In manchen, wenngleich seltenen Fällen nehmen diese Gefässelemente im schmalen Senker so überhand, dass derselbe auf weite Strecken ausschliesslich oder doch beinahe ausschliesslich aus denselben bestehen kann. Von einer innerhalb des Cambiummantels des Nährzweiges gelegenen Meristemzone kann dabei hier keine Rede sein; das mit dem Holzzuwachs des Nährastes gleichen Schritt haltende Längenwachsthum scheint vielmehr hauptsächlich durch starke Dehnung und hier und da eintretende intercalare Theilung der Zellen des Senkers vermittelt zu werden.

Die breiten Senker (Taf. XXXIX. Fig. 3) entspringen von den dicken Rindenwurzeln und finden sich demgemäss in geringerer Zahl, als die erstbetrachteten und zwischen diesen zerstreut, ausschliesslich in der Umgegend der entwickelten Stämmchen unserer Viscum-Species. Sie sind den Senkern von Viscum album bei weitem ähnlicher, als die anderen. Ihre im Holze des Nährastes gelegene Spitze endigt gewöhnlich schon im ersten oder zweiten Jahrring (Taf. XXXIX. Fig. 3 a), oder sie bildet einen Fortsatz vom Bau eines schmalen Senkers (Taf. XXXIX. Fig. 3 b), der dann noch durch mehrere Jahrringe verlaufen kann. Die im Querschnitt rundliche oder eiförmige, im Längsschnitt meist breit keilförmige, nach vornen verschmälerte Gewebsmasse eines solchen breiten Senkers besteht zumeist aus gestrecktzelligem, parenchymatischem Gewebe, in dem man hier und da undeutliche Reihen und in seinem hinteren, in der Nährrinde gelegenen Theil sogar annähernd die uns bekannte stockwerkartige Anordnung der Zellen wahrnehmen kann (Taf. XXXIX. Fig. 3 c). Auch hier fehlt die Meristemschicht vollständig und setzt sich der centrale Gefässstrang der Rindenwurzel direct in den Senker fort (Taf. XXXIX. Fig. 3 x), um dann Zweige nach dessen Peripherie zu entsenden

und seine Elemente mit dem Juniperus-Holz in Verbindung zu setzen. Was die Entwicklung beregter, breiter Senker betrifft, so ist es mir wahrscheinlich, dass ihr Auftreten mit dem neuer Adventivknospen und somit neuer Stämmchen des Viscum Oxycedri in engster Beziehung steht; einige derselben dürften als neugebildete, senkrecht abwärts wachsende Seitenzweige von den breiten Rindenwurzeln entspringen, andere, die sich dadurch kennzeichnen, dass ihre Spitze den Charakter eines schmalen Senkers annimmt (Taf. XXXIX. Fig. 3 b), dürften sich von der geförderten Weiterentwicklung eines solchen ableiten lassen, deren Eintritt dann mit dem Uebergang des sie tragenden zarten Rindenwurzelzweiges in eine gefässführende Wurzel zusammenfallen würde. Es sind dies indessen blosse Vermuthungen und liess sich mehr und Bestimmteres über die Entwicklung dieser Theile aus dem mir vorliegenden Material nicht erschliessen. Ueberhaupt dürfte es wohl niemals gelingen, am erwachsenen Stock bei der, durch die massenhafte Adventivsprossenbildung entstehenden Verwirrung sichere Beobachtungsreihen über die hier in Frage kommenden Verhältnisse aufzustellen. Erst Aussaaten und die Untersuchung der Keimpflanzen werden Klarheit in die Biologie unseres Pflänzchens zu bringen im Stande sein.

Inwieweit sich die zahllosen Formen der artenreichen Gattung Loranthus in Bezug auf ihre Einwurzelung in die Nährpflanze dem Typus von Viscum ähnlich verhalten oder nicht, kann ich leider nicht sagen. Manche derselben scheinen nur wenig oder gar nicht davon abzuweichen, so z. B. Loranthus Acaciae Oudn. aus Abyssinien, von dem ich einen getrockneten Befestigungspunkt der Güte meines Freundes Dr. Schweinfurth verdanke. Andere dagegen, und zwar nicht wenige, entfernen sich nach allem, was wir bis jetzt von ihnen wissen, in ihrer Lebensweise himmelweit von diesem Typus, so dass es in Ermangelung eigner Untersuchungen gerechtfertigt erscheinen wird, wenn im Folgenden dasjenige, was bisher über dieselben bekannt geworden ist, in Kürze zusammengefasst werden soll. Zuvörderst finde ich die folgende Notiz über die Lebensweise dieser Formen, deren auch schon in der älteren Literatur hier und da gedacht wird, bei Unger[1]). Er sagt nämlich: „Eine merkwürdige Modification dieser Art von Parasitism, die bei mehreren tropischen Loranthus-Arten vorkommt, besteht darin, dass die hori-

1) Ann. des Wiener Mus. d. Naturgeschichte II. 1840.

zontal verlaufenden Wurzeln nicht im Rindenkörper des fremden Astes, sondern über demselben verlaufen, sich also wie andere Luftwurzeln gestalten, die Zweige innig umstricken und sich mit ihren Enden sogar an dieselben befestigen. Die von dem Reisenden Dr. Pohl aus Brasilien mitgebrachten Loranthus, die ich in Wien zu untersuchen Gelegenheit fand, boten mehrere Arten dar, welche sich in dieser Weise von Anheftung an die Nährpflanze auszeichneten, sie waren jedoch sämmtlich so unvollständig eingesammelt worden, dass eine nähere Untersuchung nicht möglich war." Die erste und bis jetzt einzige Abbildung eines derartigen Anheftungspunktes liefert Chatin auf Taf. LXXXV seiner Anatomie comparée. Dieselbe stellt ein Stammstück einer unbestimmten, von Gaudichaud bei Rio de Janeiro gesammelten Loranthus-Pflanze vor, welches, einen Citrus-Zweig umrankend, an mehreren Orten mit demselben mittelst eigenthümlicher Organe in engster Verbindung steht. An jeder derartigen Stelle verflacht und verbreitert sich der Loranthus-Stengel, sein Gewebe einem eigenthümlichen, seitlichen, tellerförmigen, aussen von Rinde bedeckten Auswuchs des Citrus-Holzes fest anlegend. Es entstehen so flache, kreisförmige, höchst sonderbare, dem Nährzweig seitlich ansitzende Körper, in deren Bildung alle beiderseitigen Gewebe eingehen, und zwar so, dass die Gewebsmasse des Parasiten wie ein breiter, flacher Keil in die Vertiefung der tellerförmigen Holzwucherung des Nährastes eingeschoben erscheint, wobei zugleich die, letztere von aussen bedeckende Rinde des Citrus an dem kreisförmigen Rande des Gebildes mit der des Parasiten zusammenstösst. Für das Weitere muss ich in Ermangelung eigner Kenntniss auf Chatin's Abbildung des Gegenstandes verweisen. Möglich, dass auch Karsten's[1]) Passowia odorata hierher zu rechnen sein wird.

In ganz ähnlicher Weise wie diese Loranthus-Formen schmarotzt auch, Hooker's[2]) Beschreibung und Abbildung zu Folge, die Gattung Misodendron auf den antarctischen Fagus-Arten, doch findet dabei der Unterschied statt, dass hier die Stammbasis der ganzen Pflanze einer einzigen, derartigen, teller- oder becherförmigen, aussen von Rinde bedeckten, seitlichen Holzwucherung des Nährastes aufsitzt, deren Bau und Entwicklung von Hooker ebenso ausführlich, wie auch die des jungen, sie erzeugenden Misodendron-Pflänzchens selbst beschrieben werden. Auch für die Untersuchung

1) Bot. Zeit. 10 (1852), pg. 305 et seq.

2) J. D. Hooker, bot. of the antarctic voy. of h. Maj. discov. ships Erebus and Terror pg. 301.

von Misodendron stand mir kein Material zu Gebot, und muss ich daher abermals auf die oben erwähnte, von Hooker in der Flora antarctica gegebene Beschreibung von dessen Lebensweise verweisen, zumal da der Raum nicht gestatten würde, dieselbe auch nur auszugsweise hier wiederzugeben.

Vielleicht dass auch die Rafflesiaceae, was ihre Lebensweise betrifft, hier angeschlossen werden müssen. Es scheinen zum wenigsten die grösseren hierher zu zählenden Formen, die zumeist dem Genus Rafflesia selbst angehören, ebenfalls einer becherförmigen, ihre Basis umschliessenden Wucherung des Gewebes der Nährpflanze aufzusitzen. Allerdings weichen die von verschiedenen Autoren gegebenen Abbildungen dieses kelch- oder becherartigen Gebildes nicht unbeträchtlich von einander ab; nach Unger nehmen die Gefässbündel der Nährwurzel an seiner Bildung Antheil, nach Schacht besteht dasselbe bloss aus deren Rinde und sagt letzterer auf p. 157 des IIten Bandes seines Lehrbuchs ausdrücklich Folgendes: „Der Senker des Schmarotzers geht keilartig fast bis zum Mark der Nährpflanze und die Rinde der letzteren bekleidet ihn bis zu den Hüllblättern seiner Blüthe etc.“ Ueber Chatin's Ansicht lässt sich aus dem von ihm gegebenen Längsschnitt einer Rafflesia Patma, da die Beschreibung fehlt, nichts entnehmen.

Was die kleinen, Baumzweige bewohnenden Gattungen Pilostyles, Frostia, Apodanthes, Sarna etc. angeht, so dürfte sich deren Anheftungspunkt anders verhalten und vielleicht in näherer morphologischer Uebereinstimmung mit dem von Arceuthobium stehen. So schien es wenigstens bei der Vergleichung einer hierher gehörigen Pflanze, der Apodanthes Welwitschii Hook., von der ich schönes, den Zweigen einer Caesalpinee aufsitzendes und in Alkohol bewahrtes Material der Freundlichkeit des Entdeckers, Herrn Dr. Welwitsch verdanke. Die genauere Untersuchung desselben habe ich jedoch bis jetzt seiner Schonung halber unterlassen, um sie später bei gelegner Zeit, vielleicht mit der der anderen hierher gehörigen Formen, für deren Studium ich jetzt des nothwendigen Materials völlig entbehre, im Zusammenhang vornehmen zu können.

Schon im grauesten Alterthum lenkten die Loranthaceen unserer Länder durch ihre eigenthümliche Lebensweise in den höchsten Kroer Bäume die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich. Allge-

mein bekannt ist ja die Rolle, die unser Viscum album (denn diese Pflanze, nicht wie viele vermutheten Loranthus europaeus, ist, wie von Zuccarini[1]) treffend nachgewiesen wurde, die Druidenmistel) in dem religiösen Ceremoniel unserer Vorfahren spielte. Auch bei den Griechen und Römern war sie wohl bekannt, wenn sie auch, wie gleichfalls Zuccarini hervorhob, mit dem verwandten, in Italien häufigen Loranthus vielfach verwechselt wurde, und scheint ihre Schmarotzernatur von denselben allgemein anerkannt worden zu sein. Als der erste indess, der über die Anheftung der Mistel an ihrer Nährpflanze anatomische Untersuchungen machte, ist Malpighi[2]) zu nennen, der sich über den Gegenstand folgendermaassen äussert: „Expositus truncus suis radicibus firmatur; sub cortice enim per longum inter libri involucra radices disseminantur, quae horizontales hic delineantur. Hae cortice conteguntur et tracheis, ligneisque fistulis excitantur: ab his minores aliae exoriuntur radices, lignum penetrantes; et una cum transversalium utriculorum ordinibus in medullam deducuntur, quae fistulis orbiculorum serie coagmentatis componuntur.“ Wie aus dieser Beschreibung hervorgeht, hat schon Malpighi Rindenwurzeln und Senker gekannt und bestimmt von einander geschieden. Seine Beobachtungen fanden indess erst im nächsten Jahrhundert durch Duhamel's[3]) Untersuchungen ihre Bestätigung und Erweiterung, welcher die Rindenwurzeln und Senker für seine Zeit vorzüglich beschrieb und abbildete, die aus den ersteren entspringenden Stammadventivknospen entdeckte, und darzuthun versuchte, dass die Senker nicht in das Holz des Nährastes eindringen können, sondern von demselben bei dessen weiterem Wachsthum nur umlagert werden. Aber alle diese Beobachtungen wurden in der Folge gänzlich vergessen, so dass sie erst in den letzten Decennien von neuem entdeckt werden mussten. — Der erste, der nach Duhamel, 60 Jahre später, den Gegenstand wieder behandelte, war Gaspard[4]), welcher die Senker gänzlich übersah, und die Rindenwurzeln mit nachstehenden, wenigen Worten abhandelte: „Les racines du gui serpentent et s'étendent uniquement dans le tissu cortical de

1) Zuccarini, Einiges über Geschichte und Vork. von Viscum und Loranthus. Flora 16 (1833), Bd. I. Nr. 10. p. 145.

2) Malpighi, opera omnia. Anatom. Plantarum II. Tract. De ptis, quae in aliis vegetant. p. 49. t. 26. London 1686.

3) Duhamel, Diverses observations sur le guy. Hist. de l'acad. d. sc. 1740, pg. 483—510. tab. 22—24.

4) Gaspard, Mémoire physiologique sur le gui. Magendie Journ. de Physiol. tom. VII (1827), p. 227.

l'arbre et comme elles se trouvent assez superficiellement elles poussent des bourgeons à l'extérieur lesquelles deviennent ensuite de nouvelles tiges." In ähnlicher Weise äussern sich, wie folgt, Chamisso und Schlechtendal[1]) über den Parasitismus von Loranthus tetrandrus Ruiz u. Pavon und L. buxifolius Chm. u. Schl.: „Adolescentium parasitarum radices inter corticem et lignum arboris in qua hospitantur late longeque prorepunt." A. P. de Candolle[2]) sagt über den Gegenstand: „La presque totalité des Loranthacées est parasite sur des arbres dicotyledones; leur base est dépourvue de vraies racines et soudée intimement avec le corps ligneux de l'arbre qui les porte. Il semble exister quelques Loranth. aussi parasites mais dont la base se prolonge en racines courtes et rameuses épanouies en pate d'oie ou sur l'écorce, ou entre l'écorce et le bois, ce qui est représenté dans toutes les figures de la flore du Pérou." Der erste Theil dieser Angaben bezieht sich offenbar auf die breiten, völlig verholzten, der Stammbasis zunächst gelegenen Senker von Viscum; die Rindenwurzeln sind dabei vermuthlich übersehen worden. — Eine weitläufige Beschreibung des Anheftungspunktes von Viscum giebt Unger[3]) bei Besprechung seines neunten Modus insitionis, den er, wie folgt, charakterisirt: „Stark verästelte Wurzeln, die sich bald über, bald unter der Rinde der Nährpflanze hinziehen und in selbe gleichsam infiltriren." Er beschreibt die Rindenwurzeln und die Senker, deren jetzt allgemein gebräuchliche Namen er zuerst einführte, lässt dann sowohl Senker als Rindenwurzeln von dem weiter wachsenden Holz des Nährastes umschlossen werden, was, wie wir gesehen, nicht der Fall ist, und erklärt die Entstehung einer Anschwellung des Nährholzes an der Basis des Parasiten dadurch, dass bei dem weiteren Wachsthum der Viscum-Wurzeln das dieselbe bedeckende Holz nachgebe nnd nach aussen hin ausweiche. Es bedarf nach dem früher Gesagten diese Hypothese keiner Widerlegung. Auch Brandt[4]) fand beiderlei Organe und fügte Unger's Beobachtungen einige anatomische Angaben über dieselben hinzu, indem er sagt, dass die Wurzeln von Viscum Parenchym und Gefässe enthalten. Er sowohl, als auch Unger bestätigen das häufige Vorkommen

1) A. de Chamisso et Schlechtendal, de plantis in exped. specul. Romanzoffiana observatis. Linnaea Bd. 3 (1828), pg. 208.

2) A. P. de Candolle, Mém. sur la famille des Loranthacées 1830.

3) Unger, Beiträge zur Kenntniss der parasitischen Pflanzen. Ann. des Wiener Mus. d. Naturg. II. 1840. pg. 32. Tab. 3. Fig. 13, 14 u. 15.

4) Brandt, Nonnulla de parasitis quibusd. phanerogamicis obss. Linnaea tom. 22 (1849), pg. 118.

der von Duhamel und Gaspard l. c. beschriebenen, aus den Rindenwurzeln entspringenden Stammknospen. Ganz neue und wesentliche Aufklärungen über die Lebensweise der Mistel brachte Schacht[1]) bei. Er erklärte die Rindenwurzeln für echte, mit centralem Gefässbündel versehene Seitenwurzeln, die an der Grenze des Cambium des Nährzweiges verlaufen, und sprach sich, ähnlich wie vor ihm Duhamel, was die Senker betrifft, deren Namen er Unger entlehnte, dahin aus, dass sie nicht ins Nährholz einzudringen im Stande seien. Zugleich entdeckte er ihr innerhalb einer sie quer durchsetzenden und mit dem Cambium des Nährholzes continuirlich fortlaufenden Meristemzone vor sich gehendes Längenwachsthum und glaubte auf Grund dieser, die Kenntniss der Lebensweise von Viscum in ein ganz neues Licht setzenden, Entdeckung sie nicht dem morphologischen Begriffe der Wurzel unterordnen zu dürfen. Er sagt deswegen: „Am richtigsten werden dieselben als Gefässbündel gedeutet, welche, durch die Verhältnisse bedingt, sich in bestimmter Weise weiter ausbilden.“ Es wird sich später Gelegenheit finden, auf diese Meinung des Näheren einzugehen. Wenn aber Schacht glaubt, dass die Senker immer nur an die, den Markstrahlen des Nährholzes entsprechenden Stellen entwickelt werden, so ist er im Irrthum, wie dies schon Pitra[2]) weitläufig nachgewiesen hat. Im Allgemeinen werden Schacht's Angaben durch Pitra's Arbeit theils bestätigt, theils erweitert; so wird z. B. darin die Verbindung der Gefässe des Senkers mit den anstossenden des Nährholzes, deren Schacht nicht erwähnt, weitläufig beschrieben. Weniger glücklich scheint mir Pitra mit seiner Ansicht über die Rindenwurzeln, denen er im Gegensatz zu Schacht die Wurzelhaube abspricht, indem er sogar glaubt, ihr Längenwachsthum geschehe gerade „in dieser pinselartigen weissen Spitze, indem die Endzellen mit Hülfe einer zugleich geschehenden Aussonderung wahrscheinlich ein Zerstören des vorliegenden Gewebes der Nährpflanze verursachen.“ Chatin[3]), der, wie aus seinen Literaturangaben hervorgeht, Schacht's Untersuchungen über den Gegenstand gar nicht kannte, konnte bei seiner, nur Quer- und Längsschnitte der betreffenden Pflanzentheile behandelnden, Methode unmöglich zu richtiger Erkenntniss der complicirten Anheftungsweise der Loranthaceen an ihre Nährzweige kom-

1) Schacht, Beitr. zur Anat. und Physiol. der Gew. Berlin 1854, p. 173—180.

2) Pitra, Ueber die Anheftungsweise einiger phanerogamischer Parasiten an ihre Nährpflanzen. Bot. Zeit. 19 (1861).

3) Chatin, Anat. comp. Livr. 10, 11, 12.

men. Seine Abbildung der Befestigung von Viscum album, ein längsgeschnittener Nährzweig desselben, zeigt daher den Längsschnitt zweier unter der Viscum-Pflanze gelegener Senker und ein kleines Stück einer, einen solchen tragenden, Rindenwurzel. Im Senker sind viele Gefässe gezeichnet, ohne dass jedoch deren Ansatz an die des Nährholzes ersichtlich wäre. Wie wenig der Autor indess dieses Bild zu deuten gewusst hat, geht aus folgender Beschreibung desselben, die von den Eigenthümlichkeiten der Senker und der Rindenwurzeln auch nicht die Spur enthält, sondern im Gegentheil auch die Anheftungsweise der Mistel dem Chatin'schen Einheitsbegriff des „suçoir" einzuzwängen sucht, hervor. Er sagt nämlich: „Le suçoir du V. album étend ses tissus dans la zone cambiale entre le bois et l'écorce de la plante nourricière; mais de plus il émet de distance en distance des cônes perforants qu'on trouve engagés dans le tissu ligneux. Ces cônes dont le central est quelquefois composé ou lobé, sont terminés chacun par un tissu utriculaire perforant, dans lequel descendent, plus ou moins entremêlées à du tissu utriculaire les vaisseaux courts et pontués rayés, qui sont les éléments du cône vasculaire." Eine ähnliche, nur noch viel weniger der Wirklichkeit entsprechende Abbildung findet sich auf Taf. LXXVI vom Ansatzpunkt des Viscum Oxycedri, über die im Text nur gesagt wird: „Tissu utriculaire perforant s'étendant entre l'écorce et le bois de la plante nourricière; cônes vasculaires multiples." Ausserdem werden die Anheftungen verschiedener Loranthus-Arten besprochen und dargestellt; es brauchen indess die, diese Darstellungen betreffenden, Bemerkungen hier nicht wiederholt zu werden und kann für dieselben auf das pg. 622 dieses Heftes Gesagte verwiesen werden. Auch J. D. Hooker's Untersuchungen über Misodendron sind dort des Weiteren besprochen worden.

Ebenso, wie über den Ansatzpunkt, besitzen wir eine reiche Literatur über die Keimung des Samens und die Entwicklung des jungen Loranthaceen-Pflänzchens. Schon Duhamel[1]) bemüht sich das alte Vorurtheil zu widerlegen, nach welchem die Samen der Mistel nur dann keimen sollen, wenn sie zuvor den Magen und Darmkanal eines Vogels passirt haben; er machte Aussaaten und beobachtete zuerst, dass aus dem angeschwollenen und vergrösserten Radicularende des Keimlings, sobald es sich dem Nährzweig angedrückt hat, Würzelchen hervorbrechen, die die Rinde desselben

1) Duhamel, Diverses obss. sur le guy. Hist. de l'acad. 1740. p. 483.

bis in die Bastschicht durchdringen. Mirbel[1]) bestätigte Duhamel's Beobachtungen, ohne ihnen indess etwas Weiteres hinzuzufügen; auch Gaspard[2]) glaubt, dass der Samen mit und ohne Hülfe der Vögel keimen könne. Den Ansatz der Radicula des Keimlings an den Nährzweig beschreiben Chamisso und Schlechtendal[3]), in ähnlicher Weise wie bei Viscum, für Loranthus tetrandrus und buxifolius, wie folgt: „Germinantia hujus superiorisque speciei semina in avium exspargentium stercore saepenumero vidimus. Radicula primum in bulbum sese fingit placentiformem lignosum etc." Duhamel's Beobachtungen erfuhren erst wieder durch Unger[4]) eine kleine Erweiterung und Berichtigung, indem dieser nur einen keilförmigen Wurzelpfahl in den Rindenkörper des Nährastes vordringen lässt, wo dann mehrere horizontale Aeste seitlich entspringen sollen. In gleicher Weise berichtet Brandt[5]), dass das meristematische Würzelchen, nach Durchbrechung der Ansatzfläche des Radicularendes, bis zum Holzkörper des Nährzweiges vordringt, wo alsdann aus ihm die Rindenwurzeln seitlich hervorsprossen. Die erste ausführlichere Entwicklungsgeschichte des Keimlings einer Loranthus-Art (Passowia odorata Karst.) verdanken wir Karsten[6]), aus welcher hervorgeht, dass auch bei dieser Pflanze der Embryo seine Radicula in ähnlicher Weise, wie der von Viscum auf dem Nährzweig befestigt. Aus ihrem centralen Theil, die Ansatzfläche durchbrechend, tritt dann das Würzelchen in die Nährrinde, wo seine Entwicklung bald still steht, während das Stämmchen aussen Adventivwurzeln treibt, die, der Wurzelhaube entbehrend, Mark und Markstrahlen enthalten und auf der Oberfläche des Nährzweiges hinkriechen. Wo sich an ihnen Adventivstämmchen bilden, tritt auch ihr Gewebe wieder als Würzelchen in die Nährrinde ein. — Soweit Karsten. — Bald nachher erschien Schacht's[7]) Darstellung der Keimung von Viscum album, die im Wesentlichen nur die schon bekannten Thatsachen enthielt, dieselben aber in zusammenhängender

1) Mirbel, Examen de la division des végétaux en Endorhizes et Exorhizes. Ann. du Mus. d'hist. nat. tom. 16 (1810), pg. 419.

2) Gaspard in Magendie Journ. de Phys. tom. 7 (1827).

3) Linnaea tom. 3 (1828), pg. 208.

4) Unger, Beiträge zur Kenntniss der parasit. Pflanzen. Ann. des Wiener Mus. der Naturg. II. 1840. p. 32.

5) Linnaea tom. 22 (1849), pg. 81 et seq.

6) Karsten, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Loranthaceae. Bot. Zeit. 10 (1852), pg. 305 et seq.

7) Schacht, Beiträge zur Anat. und Physiol. der Gewächse pg. 173.

und wohlgeordneter Form darbot. Hieran anschliessend publicirte Gümbel[1]) einiges über die Morphologie der jungen Viscum-Pflanze und gab gute Abbildungen mehrerer Keimlinge und anderer Ausbildungsstadien des Pflänzchens. Unter diesen letzteren findet sich auch der späterhin von Pitra ausführlich besprochene Fall des Zugrundegehens der Gipfelknospe eines eben eingewurzelten Keimpflänzchens, ganz deutlich die dem Rande der Anheftungsscheibe entsprossenen Adventivzweiglein aufweisend. Pitra's[2]) Darstellung endlich der Entwicklung des jugendlichen Mistelpflänzchens, kann hier übergangen werden, indem dieselbe oben in ausführlicher Weise resumirend besprochen worden ist.

Es erübrigt, nachdem wir im Vorhergehenden Bau und Entwicklung der Anheftungsorgane der Parasiten für die einzelnen Fälle in ausführlicher Weise besprochen haben, noch ihre allgemein morphologische Bedeutung einer kurzen Betrachtung zu unterziehen. Es wird sich bei derselben vornehmlich um die Vergleichung der einzelnen Haustorien und Anheftungspunkte mit dem Begriff der Wurzel handeln, da sie ja mit dem des Stammes nicht die mindeste Analogie zeigen und dieser in Folge dessen unberücksichtigt bleiben kann. Ein derartiger Vergleich wird dann ergeben, inwieweit es gerechtfertigt ist, die Haustorien und Anheftungspunkte, wie gemeinhin geschieht, als in ihren Wachsthumsgesetzen modificirte Wurzelorgane zu betrachten.

Eine jede Adventivwurzel entsteht, wie bekannt, im Innern des Gewebes ihrer Mutterpflanze mittelst eigenthümlicher Zelltheilungsvorgänge, welche zur Bildung eines mit Scheitelwachsthum begabten Vegetationspunkts und einer denselben bedeckenden Wurzelhaube führen. Durch fortgesetztes Längenwachsthum durchbricht die so entstandene junge Adventivwurzel endlich das sie umgebende Gewebe, und tritt ins Freie, um ihr Wachsthum nach den ihr eigenen Entwicklungsgesetzen fortzusetzen.

Ganz ähnlich verhält sich das Haustorium von Cuscuta. Der im Früheren als seine Ansatzfläche und als seine Rinde bezeichnete Theil gehört ihm im streng morphologischen Sinne gar nicht an, indem derselbe bloss durch Dehnung der den jungen Axencylinder

1) Gümbel, Zur Entwicklungsgeschichte von Viscum album. Flora 39 (1856), pg. 433. Tab. 6.

2) Pitra, Bot. Zeit. 1861.

umgebenden Gewebstheile des Mutterstengels entsteht. Den jungen Axencylinder selbst lernten wir schon im Früheren als einen normalen noch vom Muttergewebe umgebenen mit deutlicher Wurzelhaube versehenen Adventivwurzelanfang kennen, so dass also über die morphologische Bedeutung des Cuscuta-Haustorium als eines Wurzelorgans kein Zweifel bleiben kann, wenn es gleich die Charaktere eines solchen, noch bevor es ins Freie tritt, dadurch gänzlich verliert, dass sein Vegetationspunkt, seine regelmässigen Theilungen einstellend, durch mächtige Längsstreckung seiner Zellen die Wurzelhaube und das vor ihr gelegene Gewebe der Mutterpflanze durchbricht. Fortan scheint sich die in ihren Wachsthumsgesetzen modificirte Adventivwurzel nur noch durch intercalare Zelltheilungen zu vergrössern.

Anders steht es mit dem Haustorium von Thesium. Hier erkannten wir in den jüngsten beobachteten Zuständen homogene Ballen Meristems, in denen sich weder eine Wurzelhaube, noch auch irgend etwas, was auf ein Scheitelwachsthum hätte hindeuten können, auffinden liess. Auch sahen wir hier das vorliegende Parenchym und die Epidermis nicht durchbrochen, sondern gleichfalls mit in die Bildung des secundären Meristems hineingezogen werden; Umstände, die auf ein ausschliessliches Intercalarwachsthum des letzteren hinzudeuten scheinen. Ziehen wir dann noch die eigenthümliche in dem betreffenden Capitel des Weiteren abgehandelte Weiterentwicklung desselben, und zumal die Bildungsweise der Anheftungsfalten in Betracht, so müssen wir das Thesium-Haustorium als ein ganz eigenartiges, eigenen Entwicklungsgesetzen folgendes Organ betrachten, welches nicht unter den Begriff der Wurzel subsumirt werden kann. Immerhin ist es dabei noch möglich — und müssen weitere Untersuchungen darüber Aufschluss geben — dass der Meristemballen, aus dem sich das Thesium-Haustorium entwickelt, in früheren Zuständen als die zur Beobachtung gekommenen, den Charakter einer Adventivwurzel besitze, es müsste indessen in diesem Fall die Abänderung der Wachsthumsgesetze viel vollständiger sein und in eine viel frühere Entwicklungsperiode fallen als bei Cuscuta.

Für Viscum album gewährten, wie schon im Früheren erwähnt, die mir zu Gebote gestandenen Materialien leider über die hier in Betracht kommende Frage keinen genügenden Aufschluss, und konnte auch Pitra's Arbeit über die Entwicklung dieser Pflanze nichts darauf Bezügliches entnommen werden. Jedenfalls wird hier ebenso, wie beim Cuscuta-Haustorium, eine Ansatzfläche durch die Dehnung

der Gewebe des Radicularendes des jungen Pflänzchens gebildet, und dann von einem meristematischen Gewebskörper (Würzelchen, Pitra) durchbrochen, dessen Spitze sich zum ersten Senker ausbildet und aus welchem die im Früheren als Rindenwurzeln bezeichneten Organe seitlich hervorsprossen. Der Wurzelcharakter dieser letzteren kann übrigens keinenfalls bestritten werden, indem dieselben Spitzenwachsthum und Wurzelhaube aufweisen; ihre Zweige dagegen, die Senker, haben, wie schon Schacht ausführt, mit Wurzeln in morphologischer Hinsicht nichts gemein. Wenn aber Schacht versucht sie als modificirte Gefässbündel zu bezeichnen, so muss ich dem gleichfalls widersprechen, weil ein von einer Meristemzone der Quere nach durchsetztes Gefässbündel ohne jede stützende Analogie dastehen und sogar dem Begriff des Gefässbündels überhaupt widersprechen dürfte. Vorderhand wird es daher am natürlichsten und passendsten sein, die Senker von Viscum für eigenthümliche, durch die Eigenthümlichkeit der Verhältnisse, unter denen sie sich bilden, modificirte Auswüchse der Rindenwurzeln zu halten, die mit keinem der bis jetzt bekannten Organe der Pflanze in morphologische Uebereinstimmung gebracht werden können. Vielleicht, dass eine detaillirte Untersuchung ihrer Entwicklungsweise ein neues Licht über sie verbreiten wird.

Im Bisherigen wurden nur diejenigen Haustorien und Ansatzpunkte, deren Bildungsstätte im Innern des Gewebes ihrer Mutterpflanze liegt, mit den ebenfalls inmitten der Gewebe gebildeten Adventivwurzeln verglichen, und erübrigt daher noch eine Gruppe von Ansatzpunkten, die aus dem Radicularende des Keimlings selbst direct gebildet werden, und die also ebenso wie die erstbesprochenen mit den Adventiv- mit den Hauptwurzeln zu vergleichen sind. Hierher gehören die Befestigungspunkte von Orobanche und den Balanophoreen, vielleicht auch der in seiner ersten Entwicklung noch völlig unbekannte von Cytinus Hypocistis; bei Orobanche, der einzigen besagter Formen, die auf diese Verhältnisse hin untersucht worden ist, hat sich nun aber nichts ergeben, was auf das Vorhandensein einer Wurzelhaube schliessen lassen könnte. Es scheint vielmehr das einer solchen völlig bare Radicularende des Orobanchen-Embryo, sobald es auf eine ihm zusagende Nährwurzel trifft, sich ohne Weiteres ausschliesslich durch intercalares Wachsthum zu vergrössern und so den oben ausführlich beschriebenen Anheftungspunkt herzustellen. Indessen bleibt auch hier die Aufklärung und bestimmte sung der Frage, ob eigenthümliches Organ oder Wurzelmodification,

eingehender Untersuchung der ersten auf die Bildung des Ansatzpunktes bezüglichen Theilungsvorgänge im Radicularende des Keimlings vorbehalten.

Es wird nach dem Gesagten einleuchten, dass es vorderhand ohne Anwendung von Hypothesen unmöglich ist, den Begriff des Haustorium so, wie er sich in Zukunft wahrscheinlich stellen wird, zu definiren, und dürfte es in Folge dessen rathsam sein, bis dahin, wie bisher gebräuchlich war, alle diejenigen Ernährungsorgane der Parasiten als Haustorien zu bezeichnen, die an ihren Achsenorganen als laterale Sprossungen entstehen. Für die anderen Formen, deren Verbindungspunkt mit der Nährpflanze die Stelle ihrer Hauptwurzel einnimmt, ist dann vorderhand die auch in diesem Aufsatze angewendete Bezeichnung als Ansatz- oder Anheftungsorgan vorzuziehen.

Erklärung der Abbildungen.

Die Contouren der einzelnen Figuren und Gewebsmassen wurden durchweg mittelst der Camera lucida gezeichnet, die Detailausführung geschah aus freier Hand, unter Zuhülfenahme stärkerer Vergrösserungen.

Taf. XXXII.

Balanophora — Santalaceae.

Fig. 1. Balanophora globosa, noch nicht blühbare Pflanze in natürlicher Grösse von oben.

Fig. 2. Längsschnitt der in Fig. 1 abgebildeten Balanophora zeigt den Ansatzpunkt und die im homogenen Parenchym verlaufenden Holzbündel (der Nährwurzel?). Nat. Grösse.

Fig. 3. Ganz junges Haustorium von Thesium pratense im Längsschnitt. Dasselbe besteht noch durchaus aus gleichartigem Meristem und ist nur von einer dünnen peripherischen Dauergewebsschicht a bedeckt. Vergr. $^{80}/_{1}$.

Fig. 4. Längsschnitt des einer Graswurzel aufsitzenden Haustorium von Thesium pratense, zeigt in der äusseren Rinde die Anheftungsfalten bei a′ a″ und a‴ und in denselben die Trennungsstreifen T und F. In den Fugen zwischen denselben die Reste der primären Nährwurzelrinde bei k. Die Mitte nimmt der Kern mit dem Saugfortsatz ein, von welchem indess nur ein Lappen in die Holzmasse der Nährwurzel eindringt, während der andere, nur ein kleines Fragment ihrer Schutzscheide t absprengend, seitlich daran vorbei gewachsen ist. Vergr. $^{80}/_{1}$.

Fig. 5. Schwach vergrösserter Querschnitt eines Haustorium von Thesium pratense, schematisch; bei a die breiten jederseitigen Gefässbänder, b die Aussenschicht des Haustorialkernes, zu äusserst die Rinde mit den Trennungsstreifen c und c′.

Fig. 6. Haustorium von Osyris alba einer Syringenwurzel ansitzend. Nat. Gr.

Fig. 7. Längsschnitt eines Haustorium von Osyris alba. Die mächtige Rindenschicht lässt bei a schon mit der Loupe einen Trennungsstreifen erkennen; der Kern b ist verhältnissmässig klein, seine Gefässbündel entspringen an dem quergeschnittenen der Mutterwurzel r. Eigenthümlich ist die scheibenartige Ausbreitung der Vorderfläche seines Saugfortsatzes w, auf deren Rand das Cambium der Nährwurzel Holzparenchym z und regelmässige Holzmasse y abgelagert hat. Schwach vergrössert.

Fig. 8. Längsschnitt durch den Rand der die Spitze des Saugfortsatzes von Osyris bildenden scheibenartigen Verbreiterung, bei n die Auflagerungen von Holzparenchym und Holz auf dieselbe. Die Vorsprünge m, m halten in ihrem Wachsthum mit dieser Auflagerung gleichen Schritt, ihre Oberfläche liegt innerhalb des Cambiums der Syringenwurzel. Vergr. $^{55}/_{1}$.

Taf. XXXIII.

Santalaceae.

Fig. 1. Querer Längsschnitt eines auf einer dicotyledonen Wurzel schmarotzenden Haustorium von Thesium pratense, schwach vergrössert; der Kern und seine beiden Gefässbündel bei k.; R die Rinde mit ihren Trennungsstreifen.

Fig. 2. Querer Längsschnitt eines auf dicotyler Nährwurzel haftenden Haustorium von Thesium pratense. Seine Rinde, deren Innenschicht mit R bezeichnet ist, liegt der Nährwurzel mit breitem ringförmigem Vorderrand v an und bildet somit die Ansatzfläche a, in ihrer Mitte verläuft der Trennungsstreifen S, an den nach innen im vorderen Theil des Haustorium die Gewebslücke i anstösst. Innerhalb der Rinde liegt der Haustorialkern, dessen Spitze als Saugfortsatz in die Rinde der Nährpflanze eindringt. Mit der Ansatzfläche bildet der Saugfortsatz jederseits den spitzen Winkel Z, seitlich findet man an ihm den ringförmigen Vorsprung m. Die Mitte des Haustorialkernes nimmt das Kernparenchym L ein, dessen isodiametrische Zellen nach vorn bei b gestrecktere Form annehmen. Es folgen von innen nach aussen die Gefässbögen G, dann die innere gestrecktzellige Lage der Aussenschicht des Haustorialkerns p′ und deren äussere parenchymatische Lage p. Vergr. $^{80}/_{1}$.

Fig. 3. Querer Längsschnitt durch ein einer Graswurzel anhaftendes Haustorium von Thesium pratense; schwach vergrössert.

Fig. 4. Paralleler Längsschnitt des Saugfortsatzes eines Haustorium von Thesium pratense, die seine Endigungen umscheidende gelbe Cuticularmasse bei a. Vergr. $^{80}/_{1}$.

Fig 5. Querer Längsschnitt durch ein in Entwicklung begriffenes, einer Graswurzel anhaftendes Haustorium von Thesium pratense. Die zeitweilige Ansatzfläche mit ihrem Trennungsstreifen f wird zur hintersten Anheftungsfalte, und beginnt schon die Entwicklung der nächstjüngeren bei ch und h. Dieselbe wird im gegebenen Fall persistiren. Zwischen beide wird späterhin das Stück π der Nährwurzelrinde eingeklemmt und durch ihre Dehnung abgerissen werden. Bei b differenzirt das Kernparenchym sich vom umgebenden Gewebe, in seinem vorderen Theile bei a findet sich eine spaltenförmige Lücke. Die Gewebsmasse p bildet einerseits Rindenparenchym, andererseits entstehen an ihrer inneren Grenze die ersten Anlagen der Gefässbündel x. Durch die bei K beginnende Längsstreckung aller Zellen des jungen Saugfortsatzes wird die Sprengung der Schutzscheide der Nährwurzel vorbereitet. Vergr. $^{80}/_{1}$.

Taf. XXXIV.

Rhinanthaceae.

Fig. 1. Querer Längsschnitt durch ein einer dicotyledonen Nährwurzel ansitzendes Haustorium des Rhinanthus minor; schwach vergrössert; in seiner Mitte das Kernparenchym und das zum Saugfortsatz laufende Gefässbündel, bei a die in der Apicalregion des Haustorialkerns gelegene Anschwellung desselben.

Fig. 2. Querer Längsschnitt des Haustorium von Rhinanthus minor auf monocotyledoner Nährwurzel; schwach vergrössert. Schutzscheide und Holz der Nährwurzel sind durch den Saugfortsatz gespalten worden.

Fig. 3. Querer Längsschnitt eines einer Graswurzel anhaftenden Haustorium von Rhinanthus minor. Die äussere parenchymatische Rinde bei b, c deren gedehnter, die

Nährwurzel umfassender Vorderrand. An der hinteren Seite der Basilarregion des Haustorialkerns v liegt das quergeschnittene Gefässbündel der Mutterwurzel a. Vornen bei n die Apicalregion des Kerns, x das Gefässbündel mit seiner innerhalb derselben gelegenen Anschwellung m. Der Saugfortsatz z spaltet den Holzkörper der Graswurzel. Vergr. $^{80}/_{1}$.

Fig. 4. Querer Längsschnitt eines auf dicotyler Nährwurzel haftenden Haustorium von Rhinanthus minor. Der Saugfortsatz b erreicht den Holzkörper der Nährwurzel, die in der Apicalregion des Kerns gelegene Anschwellung des Gefässbündels a nur wenig entwickelt. Vergr. $^{55}/_{1}$.

Fig. 5. Saugfortsatz eines einer Graswurzel aufsitzenden Haustorium von Rhinanthus minor, deren Holzkörper in 3 Stücke zerspaltend. Die eigenthümlichen Ansatzelemente seines Gefässbündels bei a. Vergr. $^{228}/_{1}$.

Fig. 6. Stück von einem parallelen Längsschnitt durch den Saugfortsatz eines Haustorium von Lathraea Clandestina, mit dem Ansatz der Gefässe an das Holz der dicotylen Nährwurzel. Bei a die eigenthümliche vacuolenreiche gelbe Korksubstanz, die die Endigungen des Parasitengewebes umgiebt. Vergr. $^{228}/_{1}$.

Fig. 7. Längsschnitt des einer Wurzel von Triticum sativum aufsitzenden Haustorium von Melampyrum arvense. Die Ansatzfläche seiner Rinde besteht aus papillenartig verlängerten Zellen a, die Basilarregion des Kerns b ist weit mächtiger als dessen Apicalregion x. In der Achse beider liegt das Gefässbündel. Vergr. $^{80}/_{1}$.

Taf. XXXV.

Cuscutaceae.

Fig. 1. Längsschnitt eines einen Trieb von Medicago sativa umschlingenden Stengelstückes von Cuscuta Trifolii Bab., nebst den queren Längsschnitten zweier Haustorien. In dem links gelegenen ist die Medianebene getroffen, das rechte ist seitlich von derselben durchschnitten. Der die papillös ausgewachsene Epidermis a bei f durchbrechende Achsencylinder o grenzt sich hinten bei d mittelst starker Dehnung seiner Zellen, durch welche das umgebende Rindenparenchym zu einer Art Trennungsstreifen zusammengedrückt wird (g), ringsum scharf ab, nur bei e steht er durch sein axiles Gefässbündel und durch das dasselbe umgebende protoplasmareiche Gewebe mit dem des Mutterstengels in Verbindung. Bei i setzen sich die Gefässe des Haustorium ans Holz der Medicago an, die dünnwandigen Elemente h breiten sich in verschiedenartiger Weise zwischen demselben und dem Cambium aus. Vergr. $^{80}/_{1}$.

Fig. 2. Querer Längsschnitt durch ein einem Zweig von Syringa anhaftendes Haustorium von Cuscuta europaea L. Dasselbe hat den Holzkörper der Syringe nicht erreicht, und sind seine Endzellen deswegen zu langen unregelmässigen in der Nährrinde verlaufenden Haaren a ausgewachsen. Vom Gefässbündel sind wegen excentrischer Führung des Schnittes nur Fragmente zu sehen. Vergr. $^{80}/_{1}$.

Fig. 3. Querer Längsschnitt eines auf Medicago sativa haftenden Haustorium von Cuscuta Trifolii Bab. Der Achsencylinder a grenzt sich nach hinten durch Dehnung seiner Zellen b gegen das umgebende Parenchym des Mutterstengels ab. Von seinen Endelementen verlaufen nur wenige (o) zwischen Holz und Cambium des Nährstengels, die Hauptmasse derselben hat vielmehr ersteres durchbrochen und ist im Mark zu einem lockeren Büschel haarartiger gestreckter Röhren d ausgewachsen. Vom Gefässbündel, weil der Schnitt nicht axil, nur Reste. Vergr. $^{80}/_{1}$.

Fig. 4. [illegible]

Fig. 5. [illegible]

Fig. 6. [illegible]

Fig. 7. [illegible]

Taf. XXXVI.

Cytinus Hypocistis.

(Sämmtliche Figuren schwach vergrössert und etwas schematisirt.)

Fig. 1. [illegible]

Fig. 2. [illegible] Mit z ist die Meristemzone des Parasiten bezeichnet.

Fig. 3 und *Fig. 4.* Erst seit kürzerer Zeit vom Cytinus befallene Wurzeln des *Cistus* [illegible] im Querschnitt. Zwischen ihrem Holz und Cambium liegt eine zusammenhängende oder mehrfach unterbrochene, mehr oder weniger schmale Schicht des Parasiten, welche durch die Meristemzone z in die Corticalplatte und in die mit ihren Lücken versehene Medullarplatte zerlegt wird.

Taf. XXXVII.

Cytinus Hypocistis.

Fig. 1. Stück eines Querschnittes der Meristemzone und der ihr angrenzenden Medullarplatte eines Intramatricalcylinders von Cytinus. Enthält zahlreiche Gefässe und bei a Radialstreifen kleinerer Art. Vergr. $^{228}/_1$.

Fig. 2. Stück eines Querschnittes der Meristemzone eines Intramatricalpolsters von Cytinus, bei a die Region der zahlreichsten Zelltheilungen. Vergr. $^{228}/_1$.

Fig. 3. Medullarplattenleisten des Cytinus nebst den correspondirenden Vorsprüngen des Cistusholzes im Querschnitt. Vergr. $^{228}/_1$.

Fig. 4. Querschnitt eines erst ganz vor Kurzem vom Parasiten befallenen Stückes einer Wurzel von Cistus ladaniferus, dessen Gewebe nur an einigen winzigen Stellen a zwischen Holz und Cambium zeigend. Schwach vergr.

Fig. 5. Entwicklung eines Blüthenstandes des Cytinus. Die Medullarplatte des intramatricalen Polsters, aus welchem derselbe entspringt, steht mit seinem Mark d, die Meristemzone c mit seinen Gefässbündeln, die Corticalplatte mit seiner Rinde b in Verbindung. Der den Vegetationspunkt a des jungen Sprosses bedeckende Theil dieser letzteren x wird bei der weiteren Entwicklung desselben sammt dem darüber gelegenen Gewebe der Cistuswurzel gesprengt, um nebst dieser an der Basis des Blüthenstandes als Calyculus stehen zu bleiben. Schwach vergr.

Fig. 6. Schematische Ansicht eines intramatricalen Cylinders von Cytinus unter Wegdenkung der Wurzelrinde des Cistus; an seinen Rändern die den Endigungen der Medullarplattenleisten entsprechenden Zähnungen der Meristemschicht. Die Linien a′ a″ a‴ deuten die ungefähre Lage der im Text besprochenen Querschnitte des Polsters an.

Taf. XXXVIII.

Viscum album.

Fig. 1. Mit Chlorzinkjod behandelter Längsschnitt einer Rindenwurzelspitze nach gelindem Druck; bei c die deutliche Grenzlinie zwischen dem unverletzten Vegetationspunkt b und der etwas zerdrückten Wurzelhaube a, deren äusserste Zellen zu langen Haaren auswachsen. Vergr. $^{228}/_1$.

Fig. 2. Längsschnitt eines jungen einjährigen, noch gefässlosen, im Holz von Abies pectinata gelegenen Senkers. Durch seine Einschiebung wird die seitliche Verschiebung der Markstrahlen a hervorgerufen. Bei c die Meristemschicht, in welcher das Längenwachsthum des Senkers vor sich geht. Vergr. $^{44}/_1$.

Fig. 3. Längsschnitt eines älteren (2jährigen), im Holz von Tilia parvifolia gelegenen Senkers; seine Meristemzone c ist bei f unregelmässigerweise unterbrochen, b seine Gefässe, d seine in undeutliche Reihen geordneten starkverlängerten Parenchymzellen. Der in der Lindenrinde gelegene Theil des Präparates ist der Querschnitt der den Senker tragenden Rindenwurzel, deren Gefässbündel mit a bezeichnet ist. V. $^{80}/_1$.

Fig. 4. Querschnitt eines alten im Holz der Weisstanne gelegenen Senkers, bei a die Ansatzstellen seiner Gefässe an die in der Zeichnung nicht ausgeführten Tracheiden des Tannenholzes. Vergr. $^{80}/_1$.

Fig. 5. Schwach vergrösserter Querschnitt eines Weisstannenzweiges, in dessen Secundärrinde die Querschnitte von 7 Rindenwurzeln gelegen sind, bei a in der Entwicklung begriffene Senker an denselben.

Fig. 6. Schematischer Querschnitt eines Weisstannenzweiges durch die Anheftungspunkte zweier Stämme von Viscum album in natürlicher Grösse. Die ältesten, bereits ganz verholzten Senker bei a.

Fig. 7. Längsschnitt des Samens von Viscum album, zeigt einen vom massigen Endosperm umschlossenen Embryo, an welchem die Radicula mit c, das Stengelchen mit b, der Vegetationspunkt mit v und die Cotyledonen mit a bezeichnet sind. Schwach vergrössert.

Fig. 8. Längsschnitt durch den Samen von Loranthus europaeus, für dessen Embryo die Bezeichnungen dieselben wie bei Fig. 7. Schwach vergr.

Fig. 9. Vegetationspunkt von Loranthus europaeus von der Cotyledonenfläche aus gesehen, der vordere Cotyledon ist bei c^a fortgenommen, den hinteren deutet c^p an. b^1 und b^2 bezeichnen die beiden vorhandenen Blattpaare der Plumula. Schwach vergr.

Fig. 10. Keimling von Viscum album einem Eschenzweig anhaftend, sein angeschwollenes Radiculaende bei a, bei b die seine Cotyledonen umgebende Samenhaut. Natürliche Grösse.

Taf. XXXIX.

Viscum Oxycedri.

Fig. 1. Tangentialer Längsschnitt durch die Rinde eines vom Parasiten befallenen Zweiges des Juniperus Oxycedrus mit Bastfaserzellen und Markstrahlen. Dazwischen verlaufen die Rindenwurzeln des Parasiten, bei b ein dünnerer Zweig einer solchen, c und d Querschnitte ihrer Verästelungen. In den stärkeren Aesten sind die Zellen stockwerkartig angeordnet (a). Vergr. $^{60}/_{1}$.

Fig. 2. Längsschnitte der an den quergeschnittenen Rindenwurzelzweigen c entspringenden schmalen Senker des Viscum Oxycedri, deren Gefässelemente bei b Vergr. $^{230}/_{1}$.

Fig. 3. Längsschnitt der breiten Senker von V. Oxycedri, die, soweit sie in der Rinde des Juniperus gelegen sind, häufig dieselbe stockwerkartige Anordnung ihrer Zellen zeigen, wie sie in den Rindenwurzeln vorkommt; bei x ihr Gefässbündel, häufig setzen sie sich an der Spitze in einen schmalen Senker fort (b), oft auch nicht (a). Vergr. $^{60}/_{1}$.

Fig. 4. Schematische Darstellung des Gefässbündelverlaufs in den beblätterten Stengeln, b die Austrittsstellen der Blattgefässbündel. Blattspur 3strängig, die Lateralstränge jeder Stengelseite im Knoten vereinigt, alle durch ein Internodium herablaufend.

Fig. 5. Dieselbe schematische Darstellung wie Fig. 4 auf eine Fläche projicirt.

Fig. 6, 7, 8, 9, 10. Querschnitte feiner Rindenwurzelverzweigungen, welche deren allmähliches Dickenwachsthum durch fortgesetzte Längstheilungen zeigen, in Fig. 8 noch alle Theilungswände radial gestellt, in Fig. 9 schon 2 tangentiale, die ihrer Zartheit halber leicht als ganz jugendlich erkannt werden. Diese Figuren sind ohne Prisma gezeichnet und ungefähr 250 mal vergrössert.

Druck von Fr. Frommann in Jena

Verkauf des Herbarium Binderianum.

Das Herbarium Binderianum, welches die Familie des vor einigen Jahren verstorbenen, als algologischer Sammler unter den Botanikern rühmlichst bekannten Senators Binder in Hamburg zu veräussern sich entschlossen hat und über dessen Inhalt die umstehende Beschreibung Auskunft giebt, bietet eine selten wiederkehrende Gelegenheit zur Erwerbung einer der reichhaltigsten algologischen Sammlungen, die existiren. Ich komme daher der Aufforderung des mir befreundeten Schwiegersohnes des Verstorbenen, des Herrn Prof. v. Holtzendorff in Berlin auf den Ankauf dieser Sammlung aufmerksam zu machen um so lieber nach, als ich in früheren Jahren einmal selbst Gelegenheit hatte mich von der Vorzüglichkeit dieser Sammlung durch den Augenschein zu überzeugen.

Es bedarf jedoch wohl kaum dieser Empfehlung, da es ja allen Sachverständigen bekannt ist, dass Herr Senator Binder während seines langen Lebens unausgesetzt die Bereicherung und Vermehrung seiner algologischen Sammlungen mit dem grössten Eifer betrieben hat.

Hierbei kamen ihm nicht nur die vielfachen europäischen und aussereuropäischen Verbindungen, die er in seiner Stellung besass, sowie seine nahen Beziehungen zu den hervorragendsten Algologen sehr zu Statten, sondern es gelang ihm auch durch Kauf und Tausch viele der bekannteren algologischen Sammlungen Anderer seiner eigenen Sammlung einzuverleiben, so dass dieselbe an Vollständigkeit wenig zu wünschen übrig lassen dürfte.

Diejenigen, welche auf den Ankauf reflectiren möchten, wollen sich wegen des Weiteren direct an Herrn Prof. v. Holtzendorff, Grabenstrasse 21 in Berlin, wenden. Derselbe besitzt auch einen ausführlichen Catalog über die in der Sammlung vertretenen Gattungen und Arten, welchen er bereitwillig den sich Interessirenden zur Verfügung stellen wird.

Jena, den 9. Mai 1868.

Dr. Pringsheim.

Herbarium Binderianum.

Algae.

Die Algen sind in 45 starken Mappen des grössten Atlasformats [illegible]nthalten; ausserdem gehören dazu die Packete und Kasten mit [illegible]able [illegible] oder noch nicht bestimmten oder einzurangirenden Al-[illegible]n au[illegible] [illegible]rseeischen Gegenden.

Die Hauptsammlung begreift in sich ausser den von dem verstorbenen Besitzer selbst gesammelten oder zusammengebrachten Algen, deren weiter unten erwähnt werden wird:

A. Ganze Herbarien:

1) Herbarium Rudolphianum. Die vollständige, sehr bedeutende Sammlung des bekannten Algologen Dr. Fr. Rudolphi. Dieselbe enthält namentlich viele Species älterer Autoren, z. B. Prof. Mertens, Tilesisus, Ruchinger, Agardh sen., Lyngbye etc., dann die Algen des Grafen Raben aus Dänemark, den Faröer-Inseln u. s. w., ferner die der ersten Ecklon'schen Sendung aus Südafrika, und endlich die von Rudolphi selbst im Adriatischen Meer und in der Ostsee gesammelten, letztere meistens in zahlreichen Exemplaren.

2) Herbarium Hering. Ebenfalls eine grosse Sammlung und sorgfältig präparirt, wichtig durch die von Schimper für den Reiseverein im Rothen Meer u. s. w. zusammengebrachten Algen; ferner die, welche Endress bei Biaritz, v. Martens u. a. in Italien sammelten. Von Krauss Algae Natalenses und Capenses ist hier die Originalsammlung vorhanden.

3) Herbarium Lehmann. Die nicht unbedeutende Collection Algen des Prof. Lehmann in Hamburg, worin Originale von Montagne, Suhr, Lyngbye etc.

4) Herbarium Lindenberg. Diese Sammlung ist werthvoll durch die Algen des Herbarium Mohr (Weber u. Mohr), die einer älteren Zeit angehörend, meistens Originalexemplare bekannter Autoren sind, zu welchen gewöhnlich schriftliche Notizen hinzugefügt sind.

B. Verkäufliche Sammlungen:

1) Algae Danmonienses, die bekannte schöne Sammlung britischer Algen.
2) Jürgens Algae aquaticae. Fasc. 1—19. 1816—1824.
3) Threde Algen der Nordsee.
4) Kützing Decades Algarum.
5) Kützing Algen auf der Reise nach Istrien und Italien gesammelt.
6) Drege Algae Africae australis.

7) Ecklon u. Zeyher Algae Cap. bon. spec.
8) Mertens, Froehlich u. Suhr Algae exsiccatae.
9) Preiss Die vollständige Sammlung der Algen vom Swan River.
10) Harvey Algae Novae Hollandiae, Ceylonenses etc.

Herbarium Binderianum proprium.

Mehr als 30jähriges eifriges Sammeln ist dazu verwandt, dieses mit den vorbenannten Collectionen vereinigte Herbarium zusammenzubringen. Die Algen von Helgoland sind hier in einer ungewöhnlichen Vollkommenheit und in zahlreichen instructiven Exemplaren vorhanden; ebenso die von Föhr, Travemünde, Swinemünde etc. Sehr gross ist aber die Menge von exotischen Algen, die von Hamburgischen Seefahrern aus allen Weltgegenden mitgebracht oder von überseeischen Verwandten und Bekannten dem Verstorbenen geschenkt sind. Deshalb finden wir hier, was in anderen Herbarien vergebens gesucht wird, Exemplare der Riesentange in natürlicher Grösse, in besonderen grossen Mappen aufbewahrt, z. B. Durvillaea utilis, Macrocystis und Lessoniae spec. Ein besonderer Reichthum liegt in den Fucaceen, namentlich in der Gattung Sargassum, die wohl in keiner Sammlung so vollständig und in so grossen und zahlreichen Exemplaren vertreten sind. Diese, sowie die meisten exotischen Algen, sind von dem bisherigen Besitzer vortrefflich präparirt und von Dr. Sonder bestimmt. Reiche Sendungen sind unter anderem vorhanden aus Rio Janeiro, Bahia, Pernambuco, Cuba, Bahama, Portorica, St. Domingo, La Guayra und Puerta Cabello, St. Thomas, Honduras, St. Croix, Sandwich-Inseln, Australien, Cap der guten Hoffnung, Senegambien, Madeira, Chili, Peru, Singapore, Manilla, Java, Sumatra, Chinasee, Grönland etc.

Durch Tauschverbindungen und freundschaftliche Beziehungen zu den ersten Algologen unserer Zeit ist dieses Herbarium zu dem Umfange und zu der Bedeutung gelangt, die ihm den Ruf eines der grössten der jetzt existirenden Algen-Sammlungen verschafft haben. Um den Sachkennern ein Weiteres über den Inhalt vorzuführen, mögen die Beiträge bekannter Algologen genannt werden.

Bedeutende Beiträge lieferten: v. Suhr aus Bahasia, Schleswig u. Holstein, Südafrika sowie anderen exotischen Ländern. Hofmann-Bang aus Dänemark, besonders Fühnen. Prof. Jac. Agardh aus Schweden, dem Adriatischen und Mittelmeer. Lenormand, Brebisson u. Chanoin aus Frankreich. Montagne aus seinen überseeischen Sammlungen. C. Zeyher und Dr. Pappe aus Südafrika. Dr. Liebmann aus Mexico. Museum v. St. Petersburg aus Sibirien, Kamtschatka u. s. w. Miss. Griffith u. Dr. Harvey aus Grossbritanien und dem Auslande. Prof. Areschong aus Nor-

ika und Australien. Dr. Krohn aus Sicilien. Biaso-
anardini aus Dalmatien und Istrien. Sonder aus Neu-
ngapore, Westindien u. s. w.
ger zahlreiche Beiträge lieferten: C. A. Agardh,
imisso, Tilesius, Hornemann, Turner, Schousboe,
Bory de Saint-Vincent, Decaisne, Richard, Sieber,
s, Diesing, Meneghini, de Notaris, Fries, A. Braun,
ssen, . Kuhlwein u. a.

Hieraus wird jeder, in Algenkunde Bewanderte den wissenschaftlichen Werth der Sammlung beurtheilen können. Das Ganze befindet sich in einem vortrefflichen Zustande. Die systematische Anordnung lässt allerdings etwas zu wünschen übrig. Nach einem älteren Systeme geordnet, hat die später beabsichtigte Zusammenlegung nach J. Agardh's neuerem W Kränklichkeit des Besitzers unterbleiben müssen. Eine solch eit, verbunden mit der Bestimmung oder Benennung des vie Neuen, sowie Berichtigung des Zweifelhaften wird einem Botaniker durch eine Reihe von Jahren die angenehmste Beschäftigung gewähren.

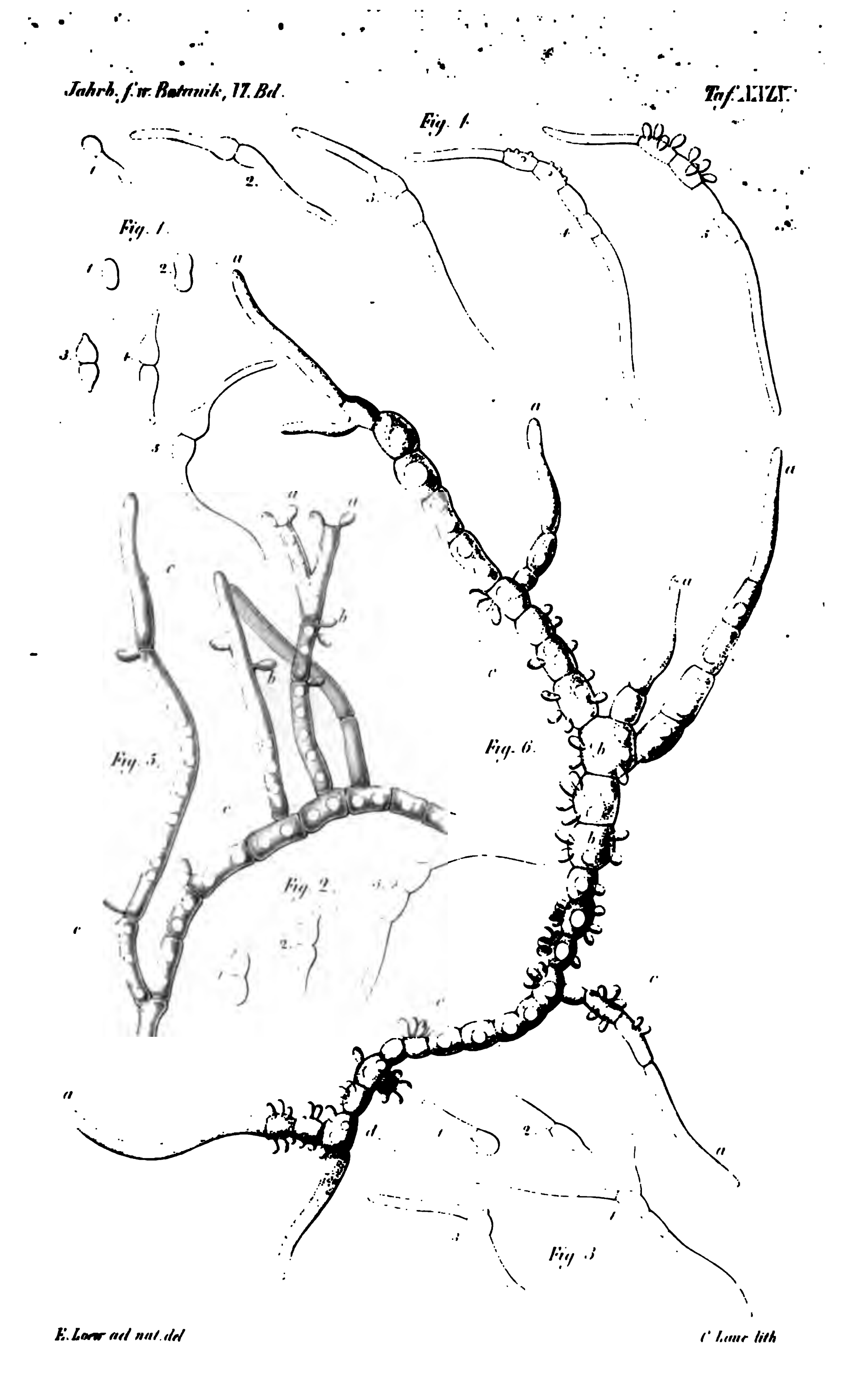
Desmidieae et Diatomaceae.

Eine im Verhältniss zu den eigentlichen Algen nicht bedeutende, aber wohlgeordnete Sammlung, worüber ein, von einem Sachkundigen ausgearbeiteter Katalog vorliegt. Es sind darin enthalten:

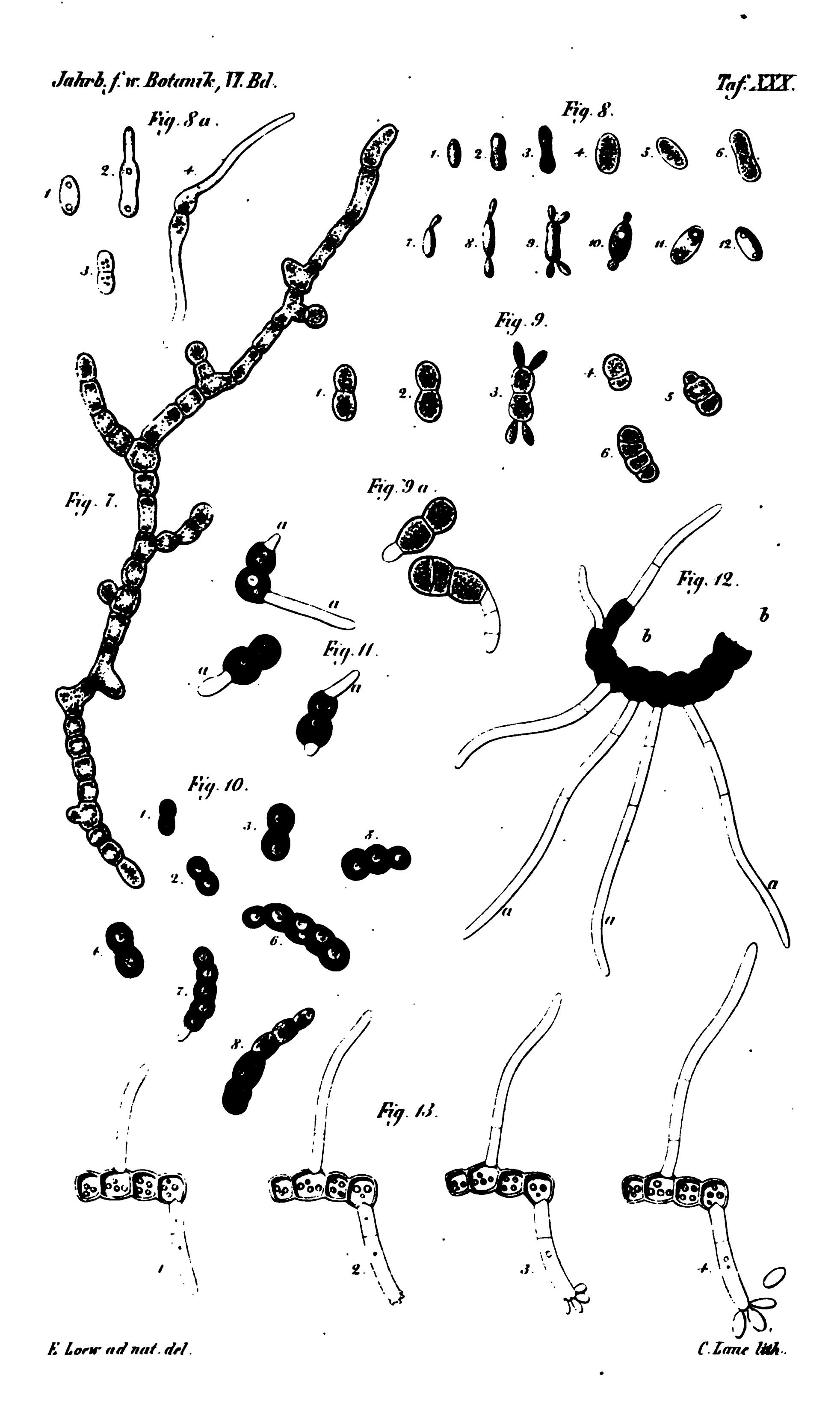
Diatomeae 47 Genera mit 328 Species.
Desmidieae 15 „ „ 72 „.

Unter diesen sind Originale von Lyngbye, Jürgens, Mertens, Hofmann-Bang, Brebisson, Lenormand, Zanardini, Kützing u. a. Ein besonderer Werth dieser Sammlung liegt darin, dass alle vorhandenen Arten von Kützing untersucht und zu dessen grossem Werke: „Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomaceen" benutzt sind.

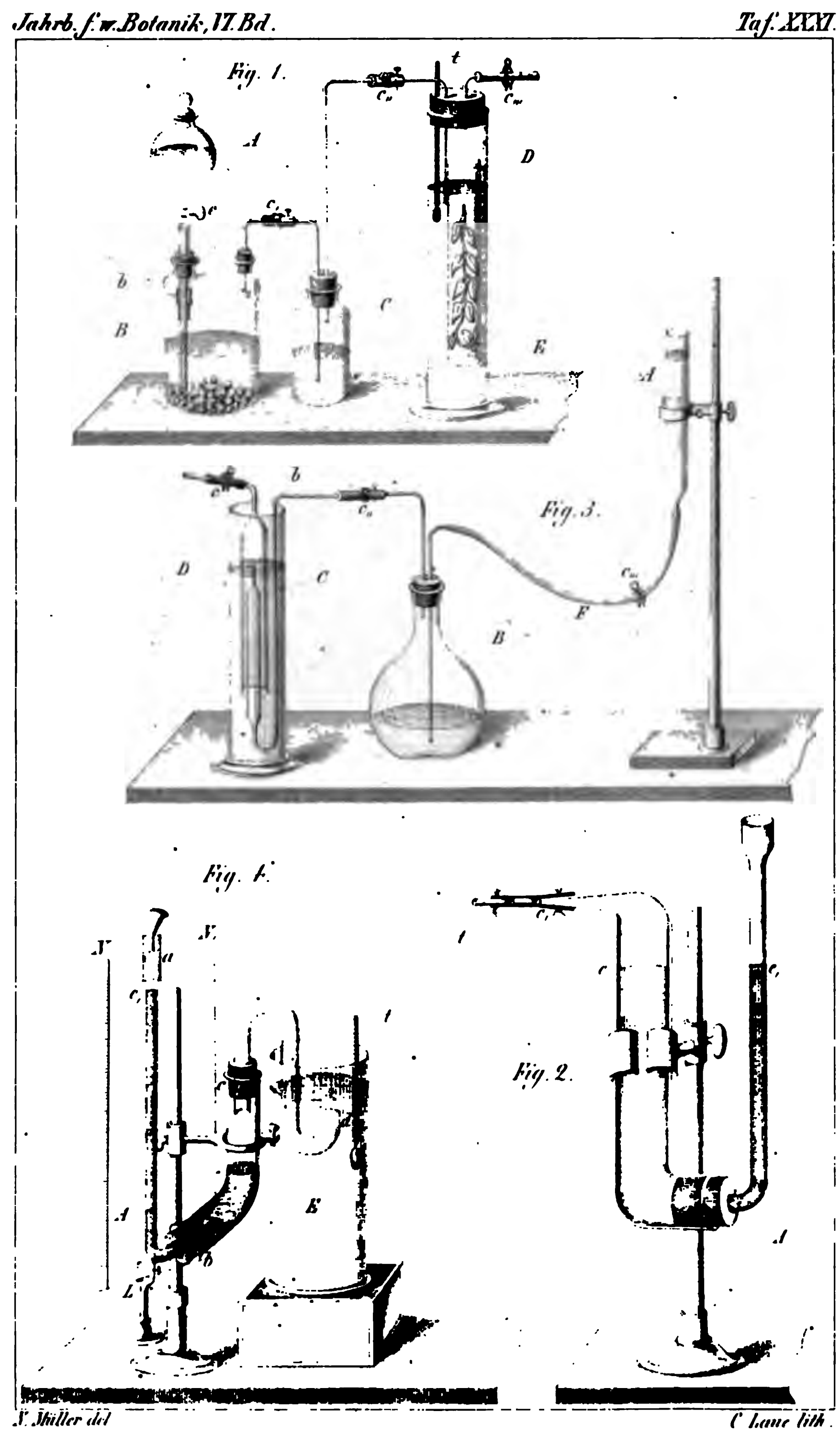
Druck von Fr. Frommann in Jena



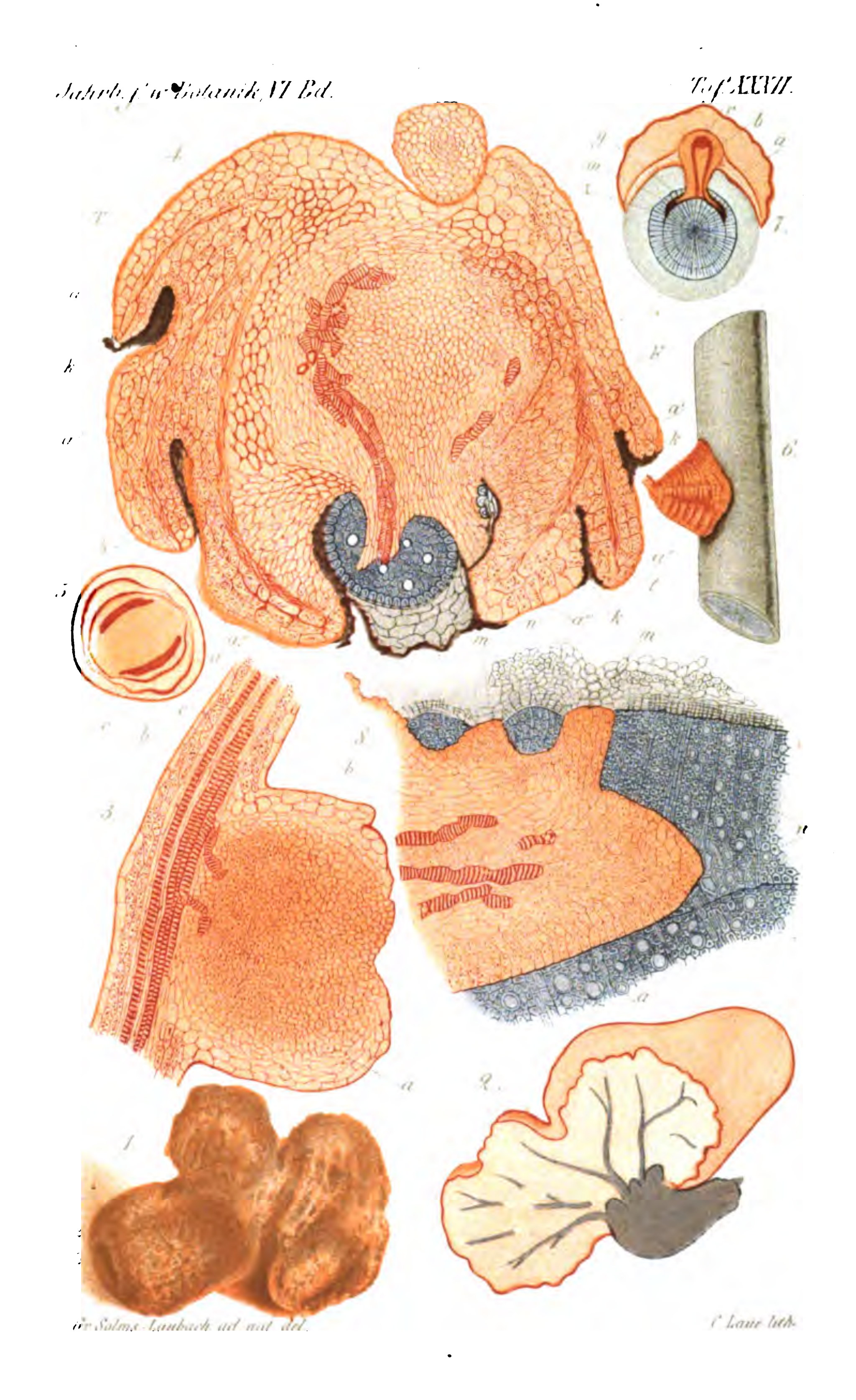
E. Loew ad nat. del. C. Laue lith.



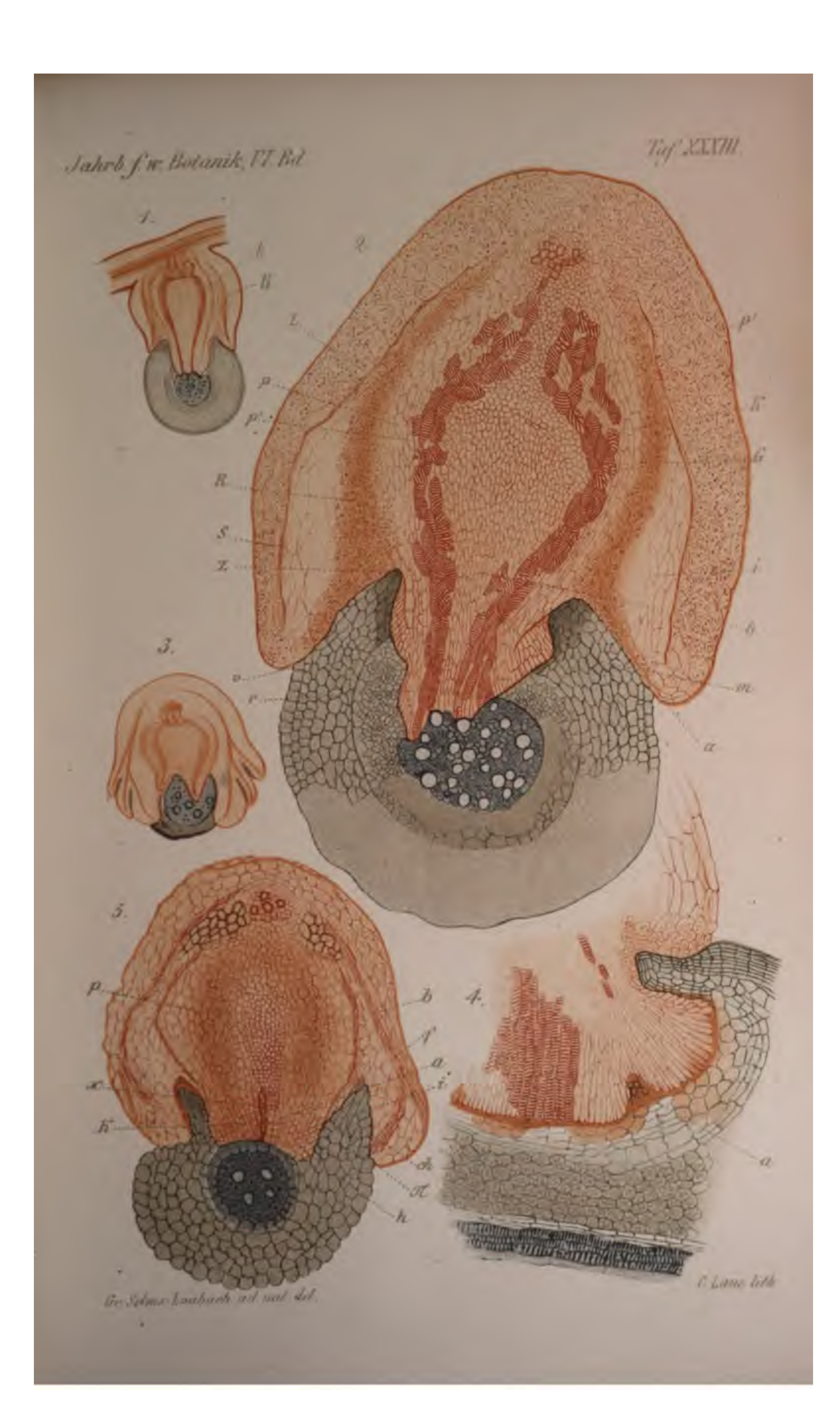
E. Loew ad nat. del. C. Laue lith.

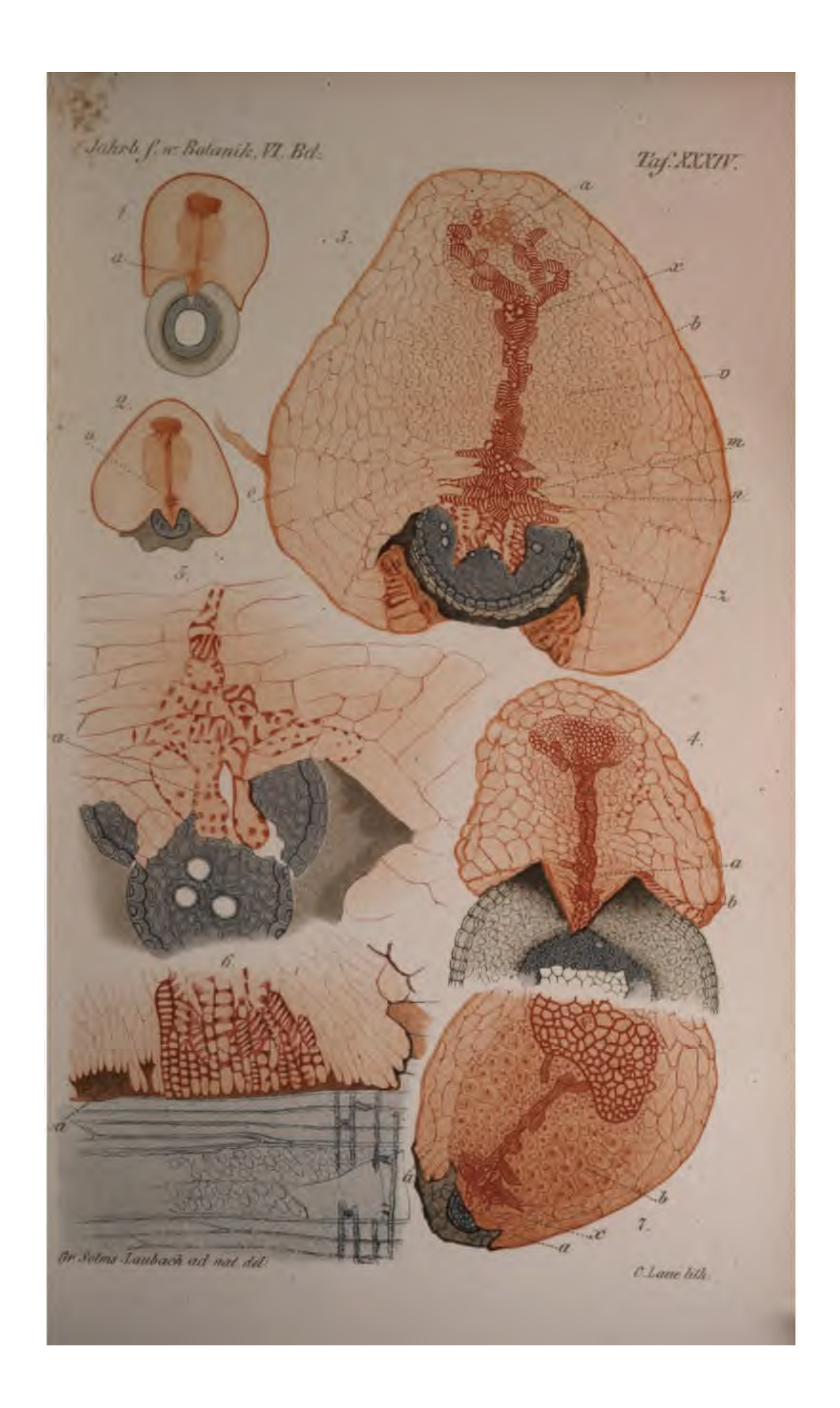


N. Müller del. C. Laue lith.



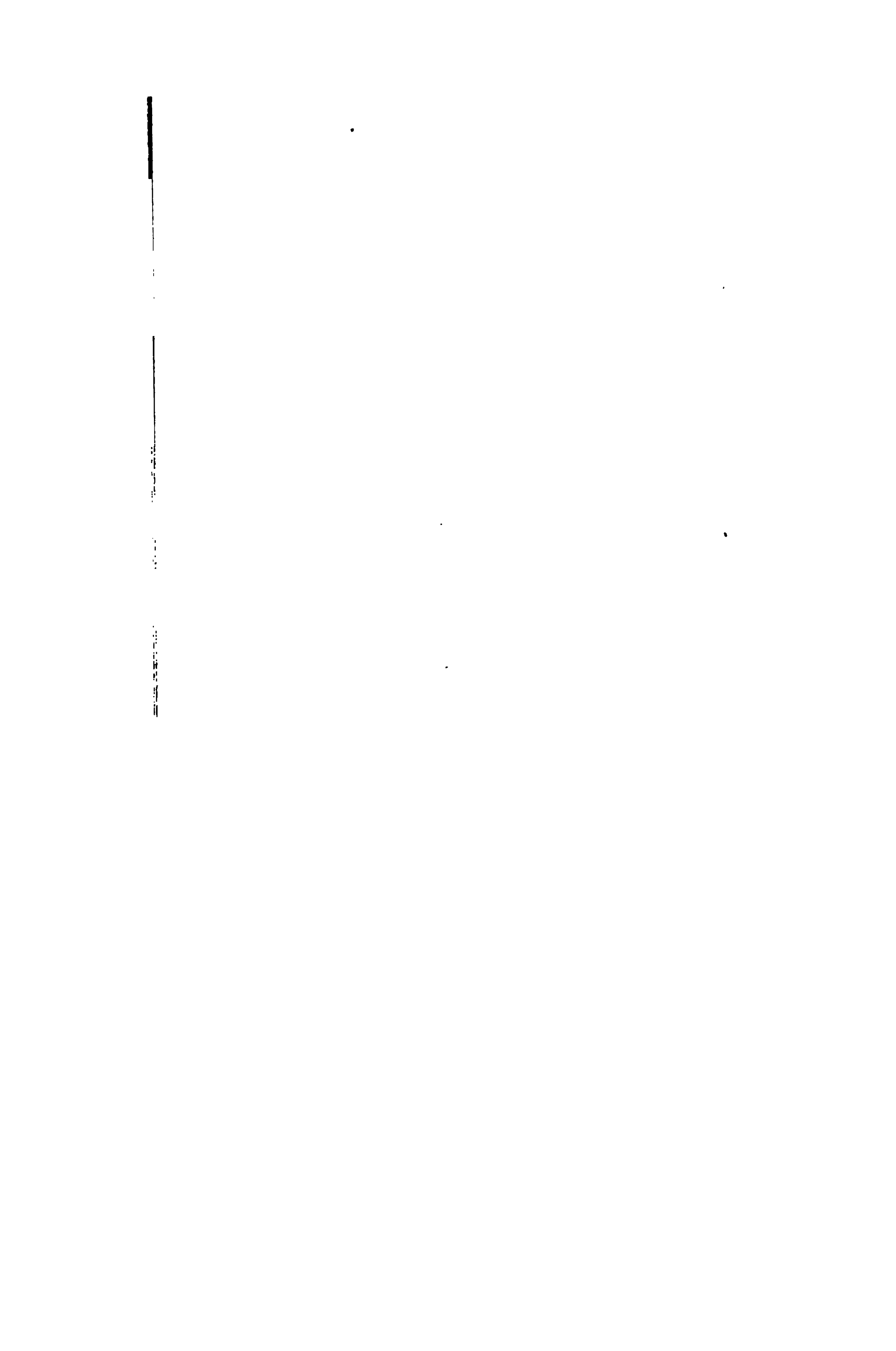
Gr. Solms-Laubach ad nat. del. C. Laue lith.

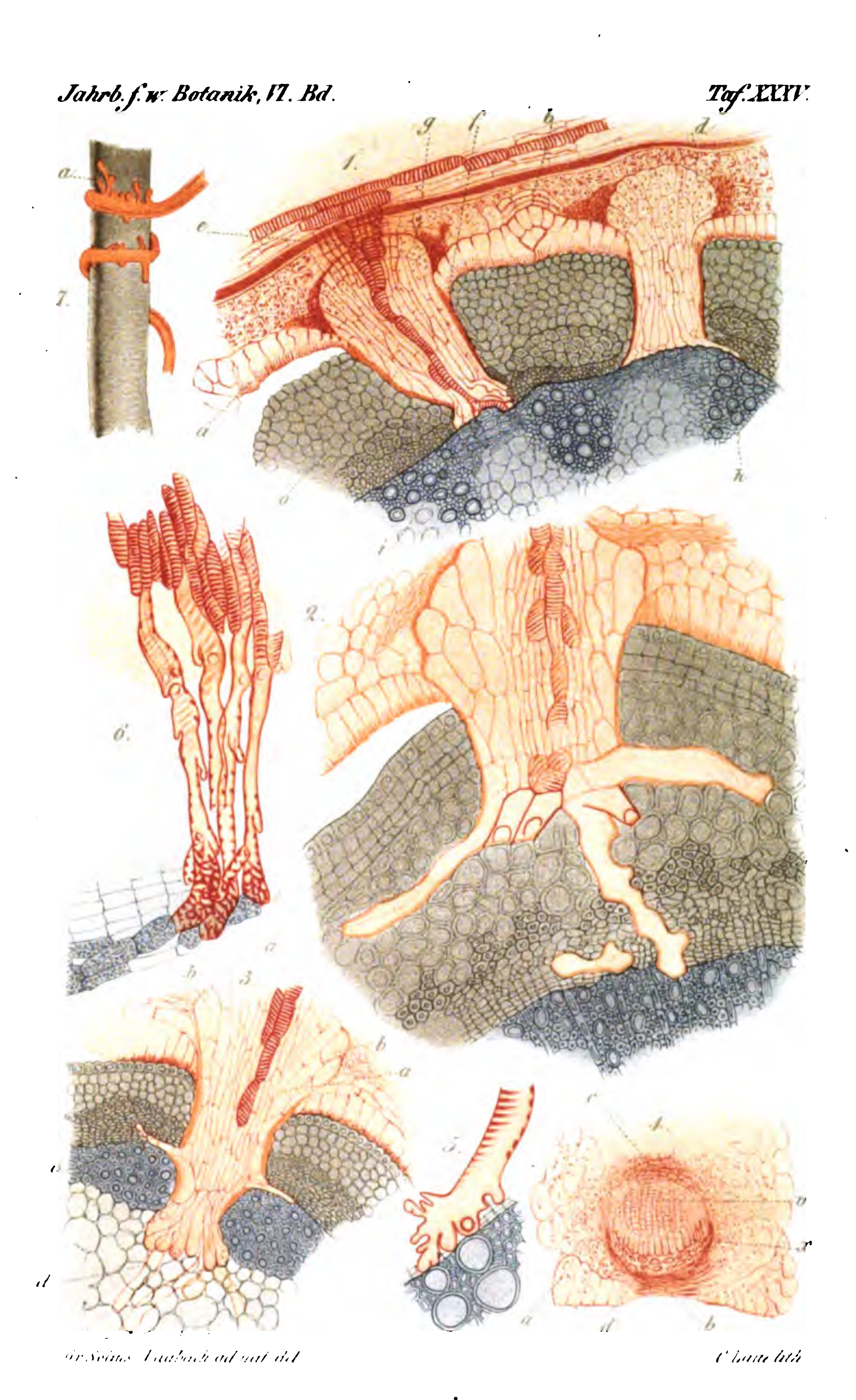

Jahrb. f. w. Botanik, VI. Bd.
Taf. XXXIII.
Gr. Solms-Laubach ad nat. del.
C. Laue lith.



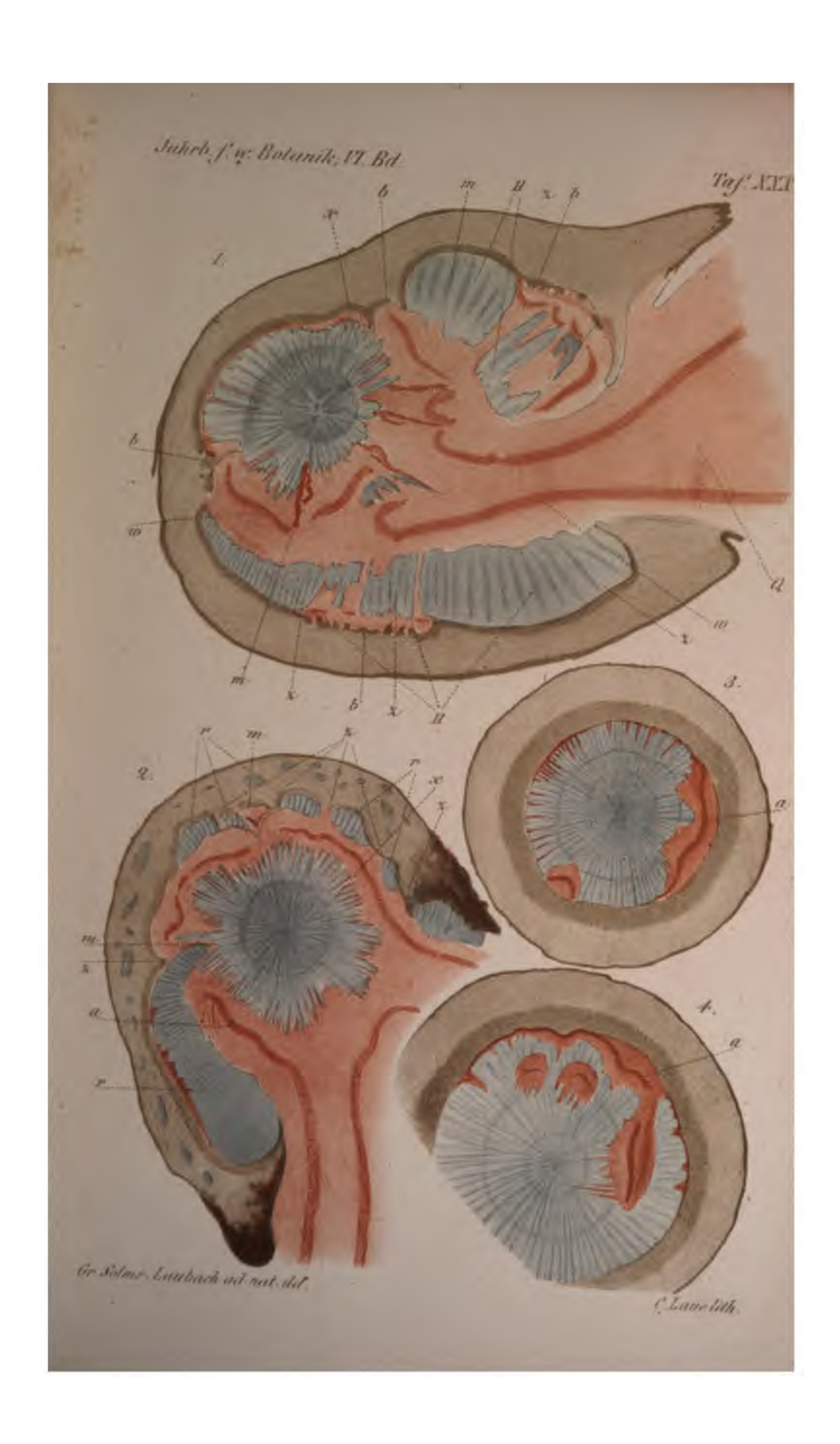
Gr. Solms-Laubach ad nat. del.

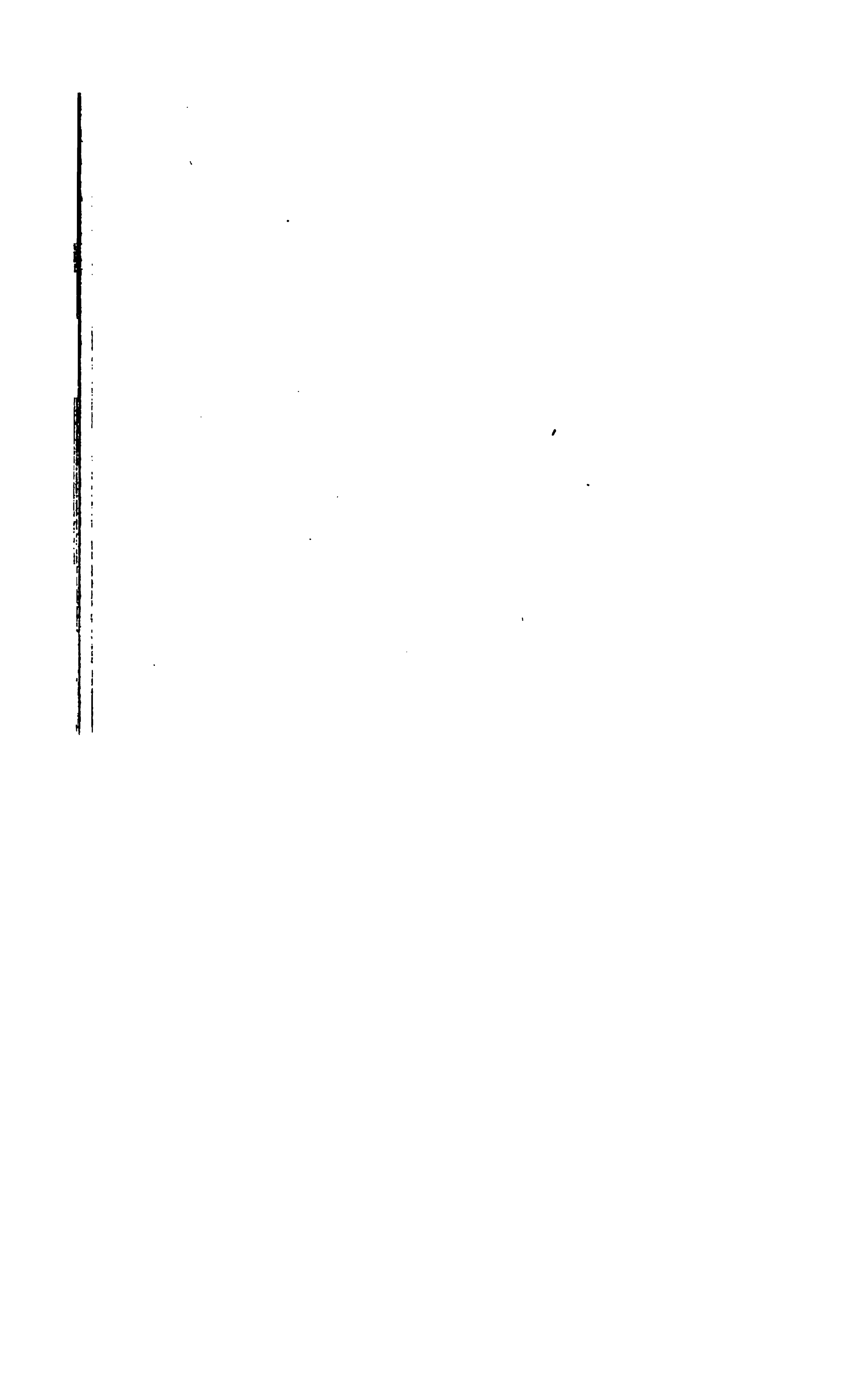
C. Laue lith.





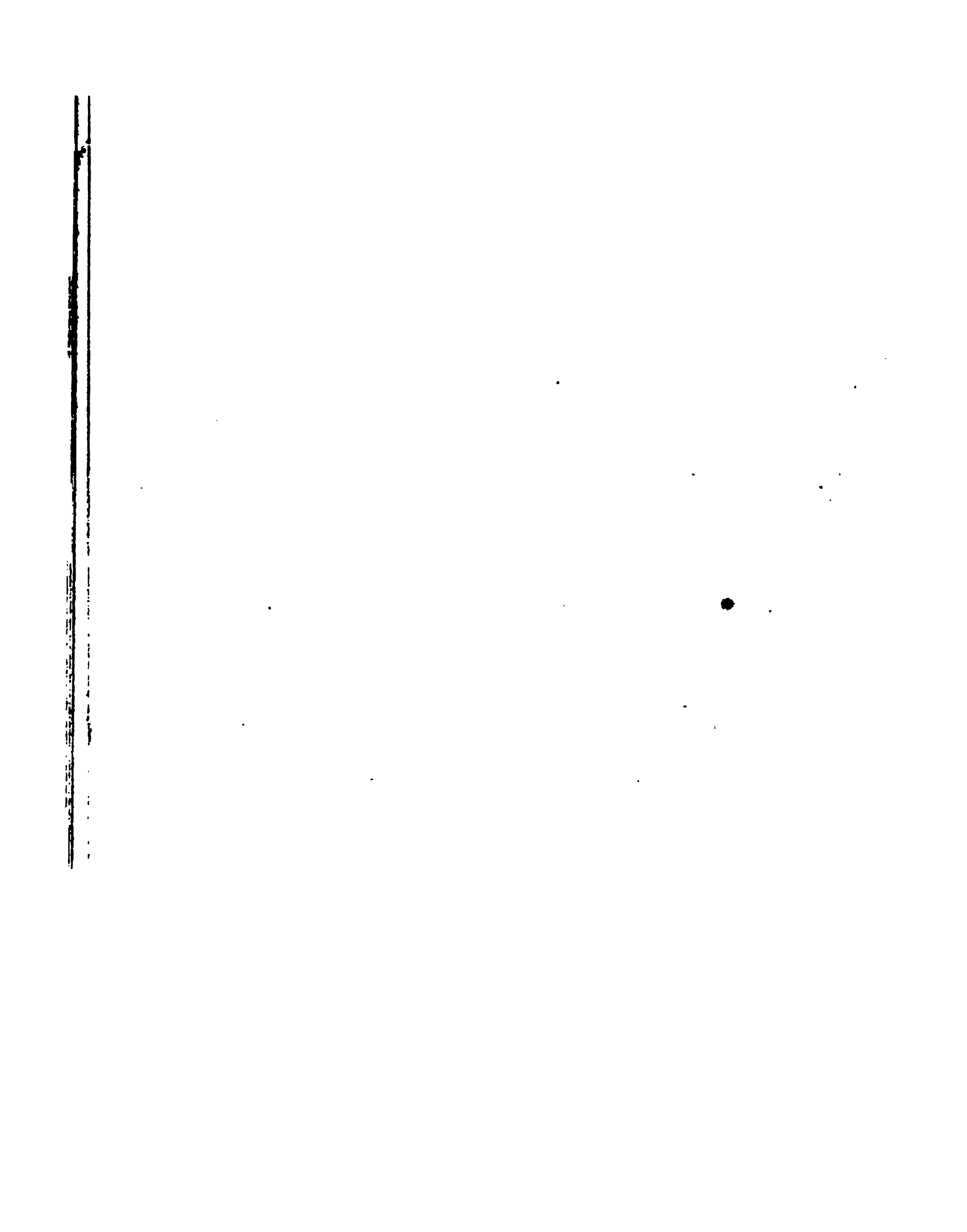
Gr. Solms-Laubach ad nat. del.   C. Laue lith.


Jahrb. f. w. Botanik, VI. Bd.
Taf. XXI
1.
2.
3.
4.
Gr. Solms-Laubach ad nat. del.
C. Laue lith.

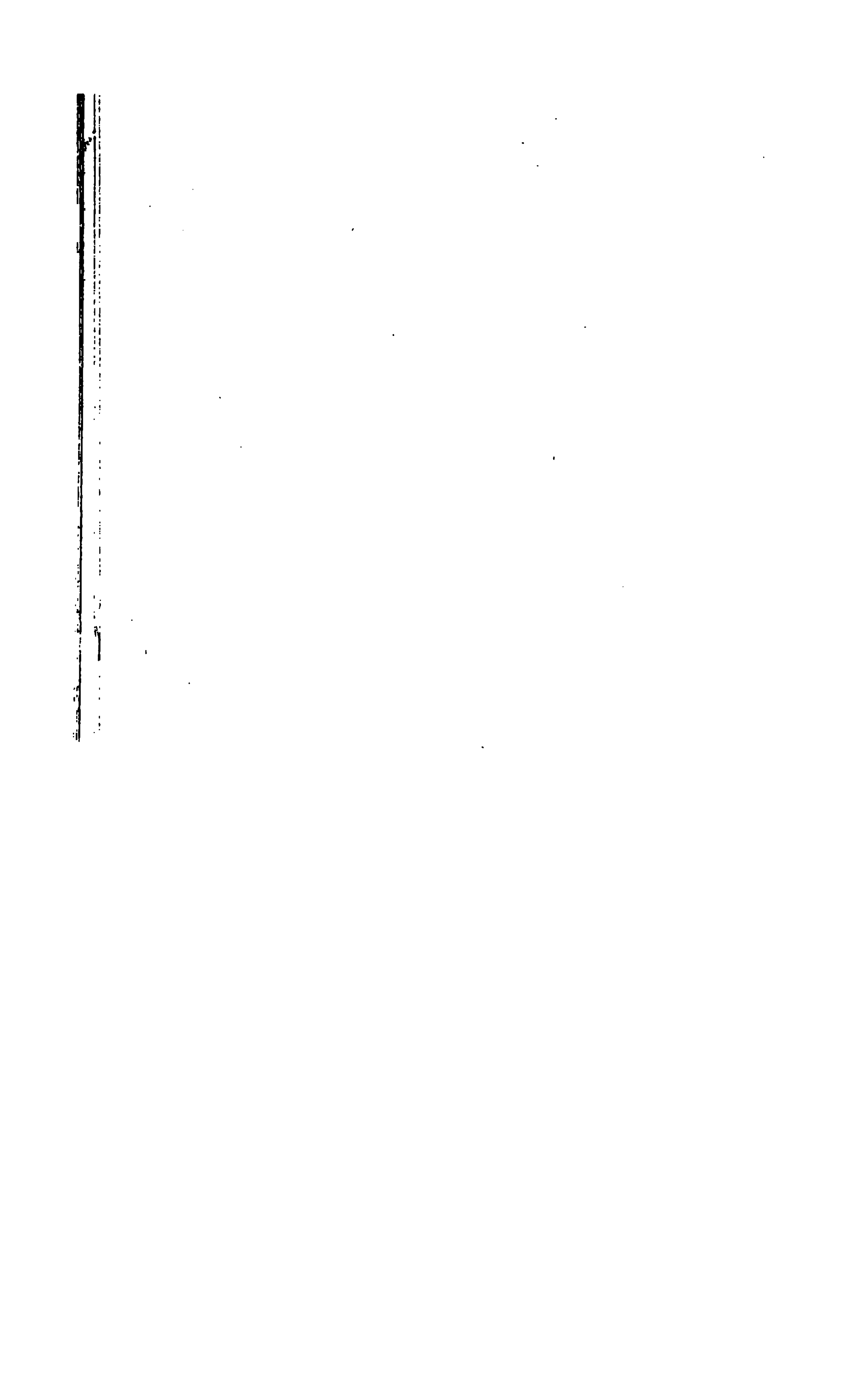


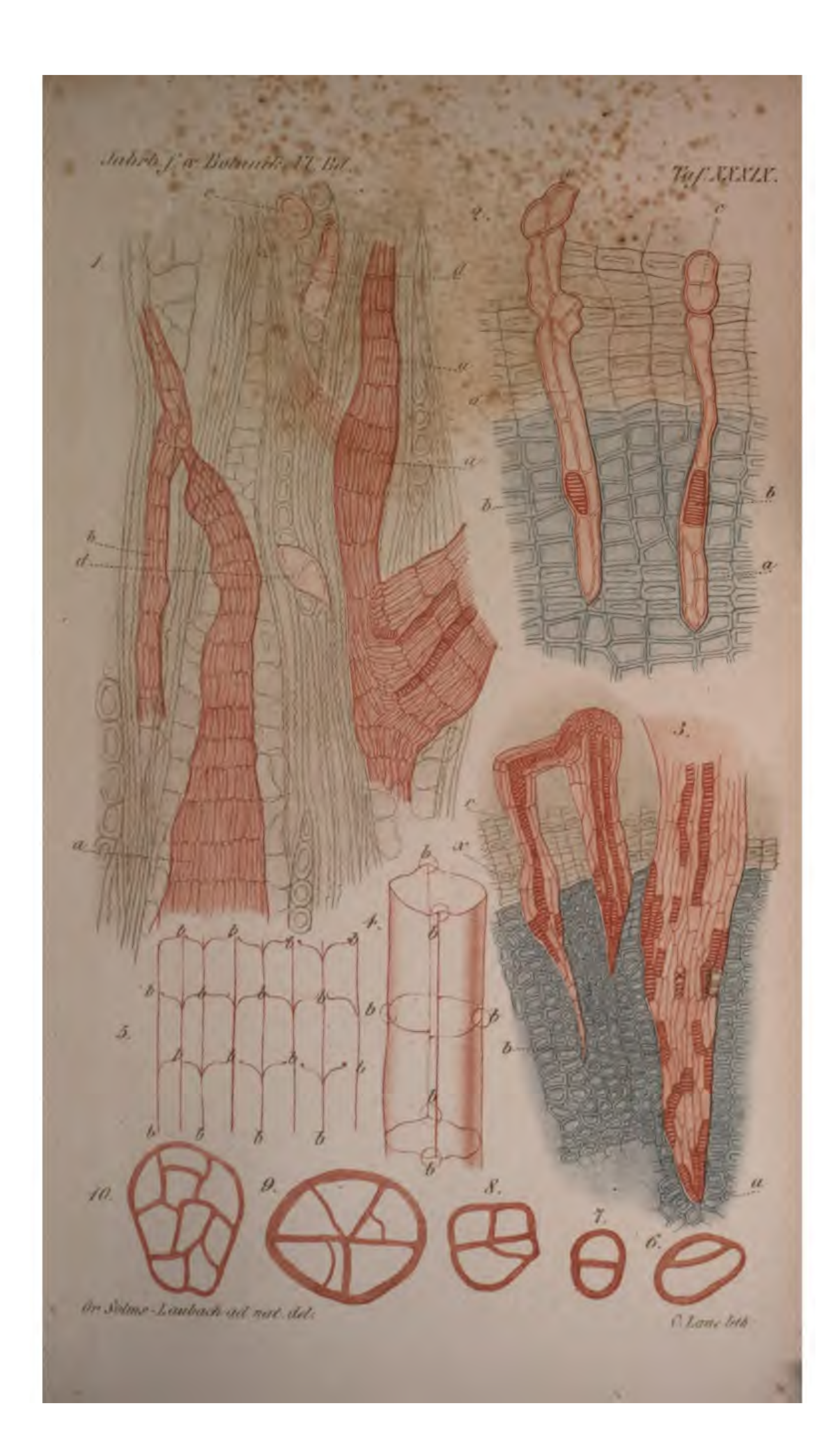
1. a
2. a
3. a b b
4. a
5. v a b c d
6. a‴ a″ a′

Gr. Solms-Laubach ad nat. del. C. Laue lith.




Jahrb. f. w. Botanik, 17. Bd.
Taf. XXXVIII.
Gr. Solms-Laubach ad nat. del.




Jahrb. f. w. Botanik. VI. Bd.
Taf. XXXIX.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
Gr. Solms-Laubach ad nat. del.
C. Laue lith.

